ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

A CURA DELLA RAI E DELLA STET - EDIZIONI ERI - ANNO XXII - NUMERO 6 - 1973 - L. 500

Vista parziale dei nuovi impianti di generazione dei programmi per filodiffusione di Roma (v. p. 228).

TH 3515

HEWLETT-PACKARD

CAL FACTOR %
FREQUENCY GHz

Che ogni componente
del sistema ESK 3000E sia stato studiato,
realizzato e severamente collaudato
al fine di offrirVi
una centrale telefonica privata,
altamente perfezionata...

...A VOI NON INTERESSA.

Mentre Vi interesserà sapere,
per esempio, che la presenza di circuiti transistorizzati,
nella parte di comando,
diminuisce i tempi di impegno
ed aumenta il rendimento del sistema.
Oppure che la sua ampliabilità modulare di commutazione voce e dati
le permette di adeguarsi alle esigenze di qualunque cliente.
Un sistema dunque che "cresce" con l'Azienda.

SPS 223/05

SOCIETA' ITALIANA TELECOMUNICAZIONI SIEMENS s.p.a.
20149 Milano - p.le Zavattari, 12 - tel. (02) 4388.1

Chiunque può individuare un guasto con il Teradyne L100.

Se si prova un numero abbastanza alto di « cards » digitali senza ricorrere alla ricerca guasti automatica, si finirà certamente per spendere per il controllo molto più di quanto sarebbe ragionevole.

Provate a riflettere: di solito, **soltanto** quando si sa che un segnale di uscita si trova nello stato logico sbagliato, la prova è finita e comincia la vera e propria ricerca del guasto; a questo punto il nostro sistema di diagnosi automatica, disponibile insieme con il Teradyne L100, entra in azione, informando automaticamente l'operatore dove verificare, passo per passo, fino a raggiungere l'origine dell'inconveniente. La « conversazione » con l'operatore avviene in un inglese elementare, indicando specificatamente i terminali di ogni circuito integrato. L'intero procedimento richiede meno di un minuto, anche trattandosi di una « card » complessa, con molti circuiti integrati. E sopratutto non esige speciali conoscenze tecniche. Forse si potrebbe pensare che questo eccezionale potere diagnostico debba comportare enormi complicazioni per la programmazione, ma non è vero. Con la medesima sonda con la quale viene effettuata l'esplorazione diretta, alla ricerca del guasto, viene eseguita anche la programmazione, facendo semplicemente apprendere al sistema la logica di una « card » notoriamente efficiente. Informazioni sul come individuare un guasto con il sistema automatico L100 per il controllo dei circuiti digitali saranno fornite da:

TERADYNE ITALIA spa
Viale America, 111
00144 - ROMA EUR
Tel. 594.762 - 591.5780

Pm

NUMERO 6 — ANNO XXII

NOVEMBRE DICEMBRE 1973

DA PAGINA 201 A PAGINA 232

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

RIVISTA BIMESTRALE
A CURA DELLA RAI E DELLA STET

DIRETTORE RESPONSABILE
GIUSEPPE DILDA

COMITATO DIRETTIVO
G. CASTELNUOVO, D. FARO,
R. VAUDETTI, A. SARTORIO

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE
10121 TORINO
VIA ARSENALE, 41 - TELEF. 57-101

Concessionaria esclusiva della pubblicità:
COMPAGNIA INTERNAZIONALE PUBBLICITÀ PERIODICI (CIPP)
MILANO, VIA PISONI, 2 - TEL. 652-814/15/16
TORINO, VIA BERTOLA, 34 - TELEFONO 57-53

Sommario: — pagina

La fotografia di copertina mostra i nuovi ed ampliati impianti di generazione dei programmi di filodiffusione del Centro di Produzione RF di Roma che, a partire dal 18 novembre u.s., sono stati centralizzati in modo da consentire la distribuzione contemporanea a tutte le città servite, di due programmi, non replicati, per 16 ore giornaliere (vedere Notiziario a pag. 228).

UNA COPIA L. 500 (ESTERO L. 600)
ABBONAMENTO ANNUALE L. 2500 (ESTERO L. 3500)
VERSAMENTI ALLA ERI - VIA ARSENALE, 41 - TORINO - C. C. POSTALE N. 2/37800
SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO IV/70
REGISTRATO ALLA CANCELLERIA DEL TRIBUNALE C. P. DI TORINO AL N. 493 IN DATA 6-11-1951

ANALISI DELLA COMPRESSIONE DI INFORMAZIONE SULLA TRASFORMATA DI HADAMARD DI UN'IMMAGINE

GIORGIO BAVOSI, ANTONIO RACCIU (*)

SOMMARIO — Si introducono in modo intuitivo le tecniche di codifica delle immagini che fanno uso della trasformata di Hadamard applicata a sotto-immagini, ossia a blocchi quadrati estratti dall'immagine completa. Vengono analizzati vari tipi di codifiche e di quantizzatori dei coefficienti della trasformata al fine di ridurre la quantità di informazione.

SUMMARY — ***Investigation on information compression by means of the Hadamard transform of a video picture.*** *Picture coding by dividing the picture into subpictures (i.e. square blocks deduced from the whole picture) and then performing Hadamard transform on each sub-picture is introduced from an intuitive point of view. Various coding and quantization strategies of transform coefficients are analyzed for information reduction.*

1. Nozioni preliminari sulla trasformata di Hadamard.

Si consideri un'immagine quadrata idealmente scomposta in un numero N^2 di punti le cui luminanze vengano codificate con K bit (cioè con 2^K livelli di grigio); si può definire una matrice $N \times N$ i cui elementi corrispondono ai valori di luminanza dei punti dell'immagine.

Si estragga una sottomatrice riga 1×2 (corrispondente a due punti adiacenti) e si fissi $K = 3$; ognuna delle $2^{2 \times 3} = 64$ possibili sottomatrici 1×2 può essere rappresentata da un punto nello spazio discreto a due dimensioni (X_1, X_2) illustrato in figura 1; sugli assi X_1 ed X_2 vengono riportate le luminanze dei due punti.

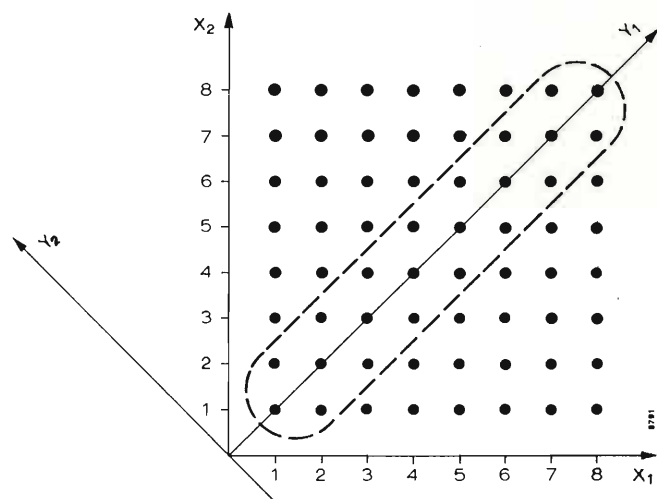



Fig. 1. — Sistema di coordinate per i livelli di grigio di due punti adiacenti x_1 ed x_2.

(*) Dott. ing. Giorgio Bavosi, dott. ing. Antonio Racciu, Istituto Elettrotecnico Nazionale « Galileo Ferraris », Centro di Studio per la Televisione del C.N.R., corso Massimo d'Azeglio, 42, Torino.

Dattiloscritto pervenuto il 3 ottobre 1973.

Poiché punti adiacenti di un'immagine hanno una elevata probabilità di essere allo stesso livello di luminanza, le sottomatrici più probabili sono quelle corrispondenti ai punti in prossimità della retta $x_1 = x_2$; cioè, fissato ad esempio il valore di x_1, la probabilità che x_2 sia molto differente da x_1 è molto bassa: se ne conclude che x_1 e x_2 sono variabili statistiche « dipendenti », ossia molto correlate.

Se si effettua una rotazione di 45° del sistema di coordinate passando al sistema (Y_1, Y_2), le sottomatrici più probabili sono quelle corrispondenti ai punti prossimi all'asse Y_1; ma ora, fissato un valore di y_1, il valore di y_2 può assumere valori anche molto differenti da y_1 e quindi y_1 ed y_2 possono essere considerate variabili statistiche « meno dipendenti » in confronto con le variabili x_1 ed x_2, ossia meno correlate.

La rotazione degli assi di 45° può essere descritta dal sistema di equazioni seguenti:

$$[1] \quad \begin{cases} y_1 = \dfrac{1}{\sqrt{2}} x_1 + \dfrac{1}{\sqrt{2}} x_2 \\ \\ y_2 = \dfrac{1}{\sqrt{2}} x_1 - \dfrac{1}{\sqrt{2}} x_2 \end{cases}$$

e cioè la sottomatrice $\{ y \} = \{ y_1, y_2 \}$ può essere ottenuta dalla sottomatrice $\{ x \} = \{ x_1, x_2 \}$ mediante la trasformazione lineare:

$$[2] \qquad \{ y \} = \{ H \} \; \{ x \} ,$$

dove $\{ H \}$ è una matrice unitaria definita dalla:

$$[3] \qquad \{ H \} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} .$$

La matrice $\{ H \}$ così definita, indipendentemente dal fattore di normalizzazione $1/\sqrt{2}$, viene detta matrice di Hadamard; $\{ y \}$ costituisce il vettore « trasformata monodimensionale » del vettore $\{ x \}$.

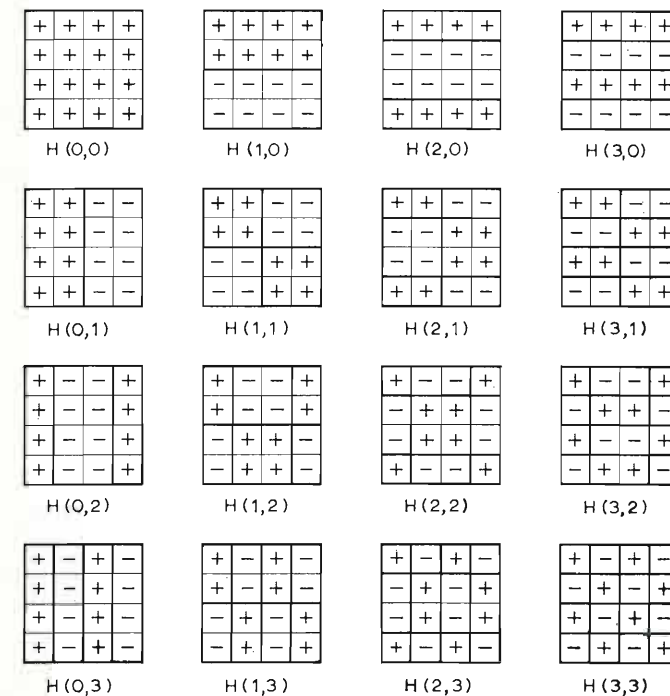



Fig. 2. — Generazione delle componenti di Hadamard $H(u, v)$ di una matrice di immagine di dimensioni 4×4.

L'estensione al caso bidimensionale è immediata e la [2] si traduce nella [4]:

$$[4] \qquad \{ y \} = \{ H \} \; \{ x \} \; \{ H \} .$$

La trasformazione inversa è data dalla [5] in quanto vale la [6]:

$$[5] \qquad \{ x \} = \{ H \} \; \{ y \} \; \{ H \}$$

$$[6] \qquad \{ H \}^{-1} = \{ H \}^t = \{ H \} \; (^1) .$$

Per introdurre un altro importante concetto sulla opportunità di usare la trasformata di Hadamard di un'immagine per ridurre l'informazione da trasmettere, si consideri il semplice caso di una matrice di immagine di dimensioni 4×4. Si indichi con $H(u, v)$ l'elemento generico della matrice $\{ y \}$ di dimensioni 4×4 e con u e v indici variabili da 0 a 3.

La figura 2 illustra come ogni elemento $H(u, v)$ della trasformata di Hadamard venga ottenuto combinando linearmente tutti i punti dell'immagine (16 in questo caso) con segno + o — come indicato. Ad esempio, l'elemento $H(0, 0)$ è ottenuto sommando tutti i punti dell'immagine mentre l'elemento $H(1, 0)$ è ottenuto sommando gli otto punti della metà superiore dell'immagine e sottraendo gli otto della metà inferiore, e così via.

Da quanto detto, risultando ogni elemento della trasformata dalla somma algebrica di tutti i punti dell'immagine di partenza, e considerando che punti sufficientemente distanti possono essere ritenuti statisticamente indipendenti, per il teorema del limite centrale, gli elementi della trasformata avranno una distribuzione gaussiana a valor medio nullo tranne che per la componente $H(0, 0)$ la quale, essendo la somma di tutti i punti dell'immagine, presenta un valore medio definito.

Ciò premesso, risulta che la distribuzione statistica di ogni elemento della trasformata è abbastanza indipendente dal tipo di immagine in una prefissata classe di immagini (ad esempio volti umani). Inoltre, poiché al crescere degli indici u e v l'elemento corrispondente della trasformata è determinato dalla somma di differenze di punti di immagini via via più vicini, ne segue che la maggior probabilità di possedere valori elevati spetterà agli elementi con indici bassi e quindi tali elementi possiederanno varianza più elevata di quella degli elementi ad indici alti. La varianza $\sigma(u, v)$ dell'elemento $H(u, v)$ è perciò una funzione decrescente nelle coordinate u e v.

La prima conclusione raggiunta si traduce nel fatto che, essendo i singoli elementi della trasformata statisticamente « meno dipendenti » di quanto lo sono i punti dell'immagine, si avrà:

$$[7] \qquad E(y_1, y_2) \cong E(y_1) + E(y_2) ,$$

mentre:

$$[8] \qquad E(x_1, x_2) = E(y_1, y_2) = E(x_1) + E(x_2/x_1)$$

dove con $E(x_1, x_2)$ si è indicata l'entropia (²) associata agli elementi x_1 ed x_2 e con $E(y_1, y_2)$ quella associata agli elementi y_1 ed y_2.

La [7] è tanto più vera quanto più y_1 ed y_2 sono statisticamente indipendenti e da essa si deduce che un errore su y_1 ad esempio non si ripercuote su $E(y_2)$, mentre dalla [8] un errore di x_1 oltre a ripercuotersi naturalmente su $E(x_1)$, fa sentire la sua influenza anche su $E(x_2/x_1)$.

La seconda conclusione raggiunta si traduce nel fatto che, essendo la struttura statistica della trasformata più definibile a priori di quella dell'immagine, si può pensare di applicare ad essa criteri di codifica attraverso i quali sia possibile comprimere l'informazione.

2. Codifica della trasformata.

Nel precedente paragrafo è stato messo in evidenza che tutte le componenti della trasformata di Hadamard, tranne quella di coordinate 0, 0, hanno valor medio nullo; inoltre esse, risultando sempre dalla somma di $N^2/2$ termini positivi ed $N^2/2$ termini negativi (N è l'ordine della matrice di luminanza) assumono valori compresi nell'intervallo fra:

$$(-N^2/2) \; (2^K - 1) \;\; \text{e} \;\; (+N^2/2) \; (2^K - 1);$$

K indica il numero di bit utilizzato per codificare ciascun punto dell'immagine (bibl. 1).

La densità di probabilità $P \{ H(u, v) \}$ di tali componenti è gaussiana con varianza $\sigma(u, v)$ ed è espressa (bibl. 2) dalla:

$$[9] \qquad P \{ H(u, v) \} = \frac{1}{\sqrt{2 \pi \sigma^2(u, v)}} \exp \left(- \frac{H^2(u,v)}{2 \sigma^2(u, v)} \right) .$$

La componente di coordinate 0, 0 è invece somma di tutti i punti dell'immagine e quindi assume valori compresi nell'intervallo 0, $+ N^2 (2^K - 1)$ (bibl. 1).

(¹) $\{ H \}^{-1}$ è la matrice inversa ed $\{ H \}^t$ è la matrice trasposta.

(²) L'entropia rappresenta il contenuto d'informazione ed è definita nel modo seguente:

$$E = \sum_i P_i \log_2 P_i ,$$

con P_i = probabilità del segnale.

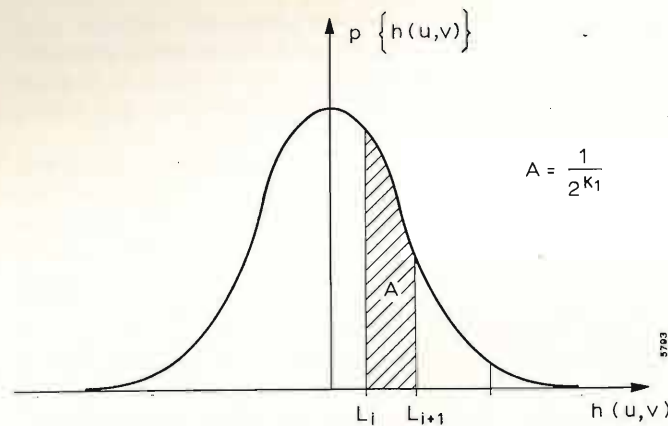



Fig. 3. — Distribuzione dei livelli di quantizzazione sulla curva $p\{h(u,v)\}$.

Nell'espressione [9] la varianza $\sigma(u, v)$ diminuisce al crescere degli indici u, v come è stato dedotto nel paragrafo 1.

Volendo codificare tutte le componenti della trasformata sarebbero necessari $(2\,n + K)$ bit con $N^2 = 2^{2n}$ ([3]); tuttavia poiché l'entropia dell'immagine coincide con quella della trasformata, quest'ultima può essere codificata con lo stesso numero di bit dell'immagine; sfruttandone inoltre le proprietà statistiche si può giungere ad un numero di bit minore.

I metodi di codifica normalmente utilizzati sono essenzialmente due:

a) codifica con numero di bit variabile;

b) codifica con numero di bit costante.

Il primo consiste nel codificare con un elevato numero di bit gli elementi della trasformata a bassi indici u, v e ridurre il numero di bit per quelli ad elevati indici.

Il secondo metodo, cioè la codifica a numero di bit costante, è quello che presenta maggior interesse e viene analizzato a fondo in questo articolo.

2.1. Codifica della trasformata a numero di bit costante.

Si consideri un elemento generico della trasformata $H(u, v)$ con densità di probabilità $P\{H(u, v)\}$ data dalla [9] e lo si normalizzi rispetto alla sua varianza $\sigma(u, v)$; il nuovo elemento $h(u, v)$ che si ottiene [10] (bibl. 2) è ancora una variabile gaussiana, ma con varianza unitaria e cioè con densità di probabilità $p\{h(u, v)\}$ data dalla [11] (bibl. 2):

$$[10] \qquad h(u, v) = \frac{H(u, v)}{\sigma(u, v)}\,;$$

$$[11] \qquad p\{h(u, v)\} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{h^2(u, v)}{2}\right).$$

In tal modo tutti gli elementi hanno distribuzione gaussiana con varianza unitaria e possono quindi essere codificati con lo stesso numero di bit utilizzando lo stesso tipo di quantizzatore.

2.2. Quantizzatore gaussiano.

Fissato il numero di bit con cui codificare l'elemento $h(u, v)$, si tratta di scegliere in modo opportuno i livelli di quantizzazione.

Un quantizzatore lineare non risponde allo scopo in quanto si disporrebbe di un elevato numero di livelli anche per quei valori che hanno poca probabilità di verificarsi.

Un quantizzatore molto più efficiente si ottiene disponendo i livelli in modo che il valore della variabile casuale da codificare cada con uguale probabilità all'interno di ciascuno di essi. Se con K_1 si indica il numero di bit che si vogliono utilizzare occorre scegliere i livelli L_i di quantizzazione di figura 3 in modo che l'intera area delimitata dalla curva gaussiana di figura 3 venga suddivisa in aree elementari A, tutte uguali ed in numero pari al numero dei livelli 2^{K_1}. Affinché ciò si verifichi (bibl. 2) deve essere soddisfatta la relazione:

$$[12] \qquad \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{L_i}^{L_{i+1}} \exp\left(-\frac{h^2(u, v)}{2}\right) \mathrm{d}\,h(u, v) = \frac{1}{2^{K_1}}\,.$$

In tal modo si avranno evidentemente livelli più ravvicinati nei punti corrispondenti a densità di probabilità più elevata. Il quantizzatore suddetto viene denominato «gaussiano».

2.3. Quantizzatore con errore quadratico medio minimo.

Con il quantizzatore gaussiano si scelgono i livelli in modo che ciascuno di essi sia equiprobabile; tuttavia nei livelli più distanziati indicati in figura 3 l'errore di quantizzazione è più grande e quindi essendo i livelli equiprobabili, non si ha una buona distribuzione dell'errore.

È possibile quindi utilizzare un altro tipo di quantizzatore che renda equiprobabile l'errore di quantizzazione scegliendo i livelli L_i secondo la [13] (bibl. 2):

$$[13] \qquad L_i = \frac{\dfrac{N^2}{2} L_M \displaystyle\int_0^{i\frac{N^2 L_M}{2K_1}} [p\{h(u, v)\}]^{-1/3}\, \mathrm{d}\,h(u, v)}{\displaystyle\int_0^{\frac{N^2 L_M}{2}} [p\{h(u, v)\}]^{-1/3}\, \mathrm{d}\,h(v, u)}\,.$$

Nella [13] L_i indica l'i-esimo livello di quantizzazione, K_1 il numero di bit usati per codificare gli elementi normalizzati della trasformata ed $L_M = 2^K - 1$ con K numero di bit usati nella codifica dell'immagine.

2.4. Andamento della varianza.

Per normalizzare gli elementi $H(u, v)$ della trasformata occorre conoscere quantitativamente l'andamento della varianza $\sigma(u, v)$ in funzione degli indici u, v.

Se si ammette l'uguaglianza della varianza su cerchi (bibl. 1) centrati nell'origine del piano della trasformata, si ottiene (bibl. 2) per $\sigma^2(u, v)$ l'espressione:

$$[14] \qquad \sigma^2(u, v) = a \exp\left(-\frac{u^2 + v^2}{\beta}\right)$$

con a e β costanti parametriche.

Prefissando a priori il valore di β si trova con un procedimento adattativo il valore di a minimizzando l'errore di quantizzazione.

Si può anche scegliere per $\sigma^2(u, v)$ un'espressione tale che la varianza rimanga costante su iperboli equilatere (bibl. 1) centrate nell'origine degli assi del piano della trasformata e cioè (bibl. 1):

$$[14'] \qquad \sigma^2(u, v) = a \exp\left(-\frac{u\,v}{\beta}\right)$$

sempre con a e β costanti parametriche.

3. Sistema di compressione.

La figura 4 illustra il modello del sistema di compressione dell'informazione sulla trasformata $H(u, v)$ di Hadamard di un'immagine $f(x, y)$.

Si parte da una matrice di luminanza $f(x, y)$ di dimensioni $N \times N$ che viene scomposta in $(N/M)^2$ sotto-matrici di dimensioni $M \times M$ $(M \leqslant N)$; per ogni sotto-matrice viene eseguita la trasformata di Hadamard $H(u, v)$ i cui elementi vengono normaliz-

([3]) La relazione $N^2 = 2^{2n}$ (che lega il numero N di punti di un lato del quadrato elementare in cui è divisa l'intera immagine ad n) stabilisce le seguenti corrispondenze:

N	$= 2$	4	8	16	......
N^2	$= 4$	16	64	256	......
n	$= 1$	2	3	4	......
per $K = 3$, bit $= 2n + K = 5$		7	9	11	......

Fig. 4. — Schema a blocchi del sistema di compressione.

Fig. 5.
— a) immagine originale: $M = N = 128$, $L = 256$, $K = 8$;
— b), c), d): $M = 4$, $\beta = 100$, C.T. = 100 %;
— b): $L = 16$, $\tau_c = 62{,}2\,\%$, E.R.M. = 0,01021, E.Q.M. = 1,52577;
— c): $L = 8$, $\tau_c = 50\,\%$, E.R.M. = 0,01181, E.Q.M. = 1,75644;
— d): $L = 4$, $\tau_c = 38{,}2\,\%$, E.R.M. = 0,02982, E.Q.M. = 5,25765.

Fig. 6.
— a), b): $M = 8$, $\beta = 100$, C.T. = 100 %;
— a): $L = 16$, $\tau_c = 53{,}6\,\%$, E.R.M. = 0,01246, E.Q.M. = 1,63963;
— b): $L = 8$, $\tau_c = 41{,}2\,\%$, E.R.M. = 0,0248, E.Q.M. = 3,63478.

Fig. 7.

— a), b): $M = 16$, $\beta = 100$, C.T. = 100 %;

— a): $L = 32$, $\tau_c = 63{,}6\,\%$, E.R.M. = 0,01249, E.Q.M. = 1,42684;

— b): $L = 16$, $\tau_c = 51{,}1\,\%$, E.R.M. = 0,02196, E.Q.M. = 2,65098.

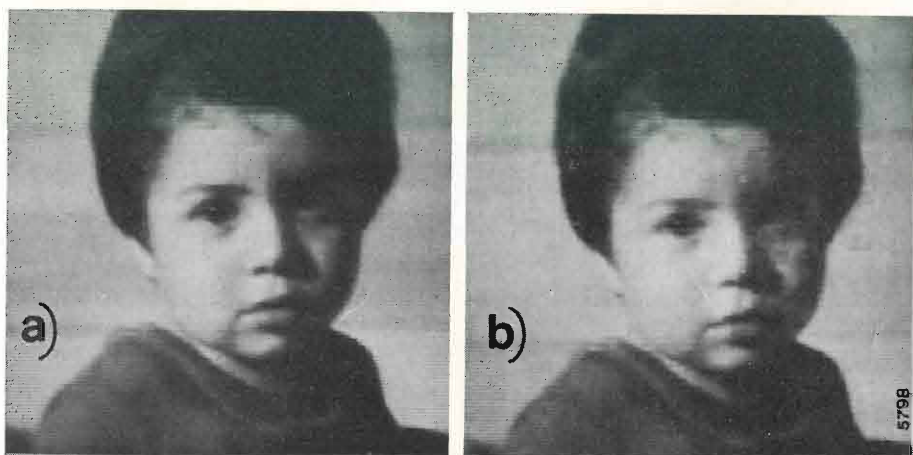



Fig. 8.

— a), b): $M = 32$, $\beta = 100$, C.T. = 100 %;

— a): $L = 32$, $\tau_c = 62{,}7\,\%$, E.R.M. = 0,03343, E.Q.M. = 4,32834;

— b): $L = 16$, $\tau_c = 50{,}2\,\%$, E.R.M. = 0,0398, E.Q.M. = 4,38373.

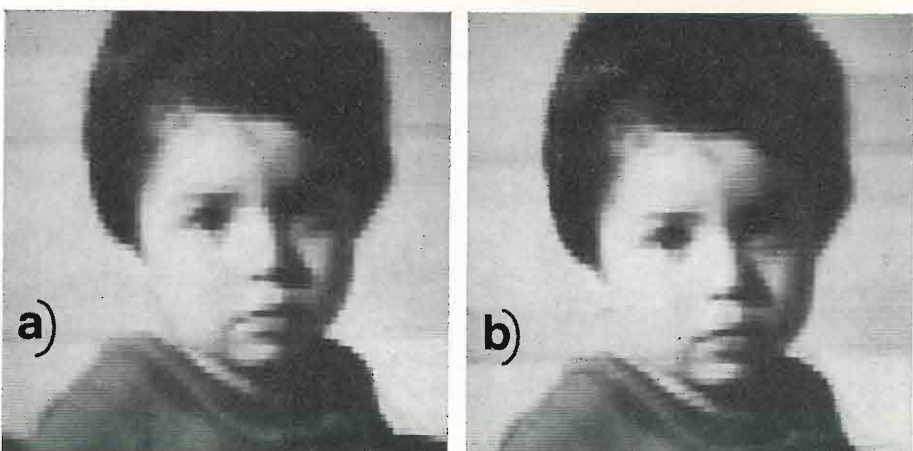



Fig. 9.

— a): $M = 4$, $L = 8$, $\beta = 100$, $\gamma_c = 2$, C.T. = 25 %, $\tau_c = 22\,\%$, E.R.M. = 0,02816, E.Q.M. = 4,66622;

— b): $M = 8$, $L = 16$, $\beta = 100$, $\gamma_c = 5$, C.T. = 34,3 %, $\tau_c = 21\,\%$, E.R.M. = = 0,029946, E.Q.M. = 4,491406;

— c): $M = 16$, $L = 32$, $\beta = 100$; $\gamma_c = 13$, C.T. = 39,4 %, $\tau_c = 25{,}7\,\%$, E.R.M. = = 0,03063, E.Q.M. = 4,303751;

— d): $M = 32$, $L = 32$, $\beta = 200$, $\gamma_c = 20$, C.T. = 20,6 %, $\tau_c = 12{,}5\,\%$, E.R.M. = = 0,035428, E.Q.M. = 5,046838.

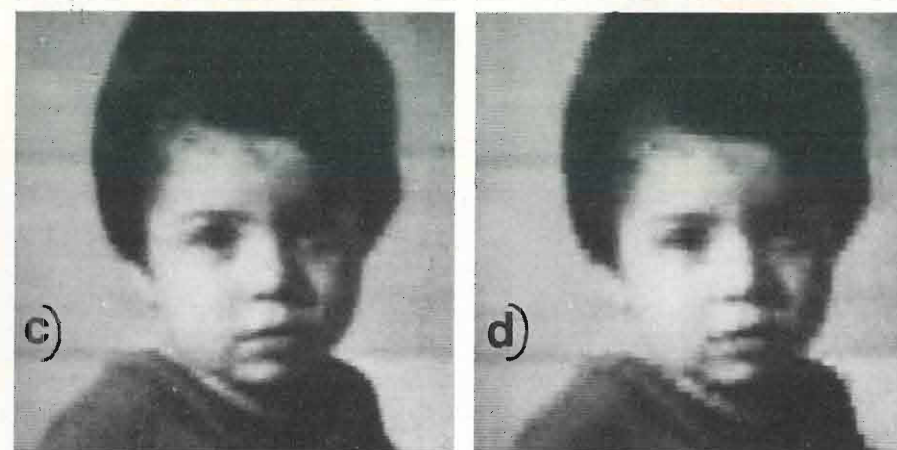
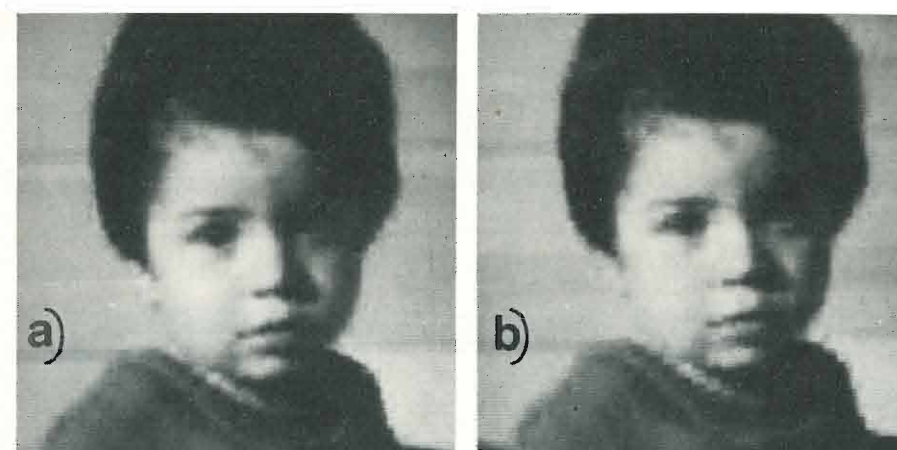



Fig. 10.

— a): $M = 4$, $L = 8$, $\beta = 100$, $\gamma_i = 1$, C.T. = 37,5 %, $\tau_c = 26{,}5\,\%$, E.R.M. = = 0,024525, E.Q.M. = 3,88798.

— b): $M = 8$, $L = 16$, $\beta = 100$, $\gamma_i = 4$, C.T. = 29,7 %, $\tau_c = 18{,}4\,\%$, E.R.M. = = 0,02441, E.Q.M. = 3,697558;

— c): $M = 32$, $L = 32$, $\beta = 150$, $\gamma_i = 200$, C.T. = 40,2 %, $\tau_c = 25{,}1\,\%$, E.R.M. = = 0,028624, E.Q.M. = 3,401265;

— d): $M = 32$, $L = 32$, $\beta = 200$, $\gamma_i = 80$' C.T. = 25,3 %, $\tau_c = 16\,\%$, E.R.M. = = 0,035722 ,E.Q.M. = 4,62867.

zati e quantizzati dal compressore C; si suppone che il canale di trasmissione sia ideale.

Eseguendo le operazioni inverse attraverso l'espansore E e l'antitrasformata $H^{-1}(u, v) = H(u, v)$ si ottiene l'immagine $\hat{f}(x, y)$ i cui elementi saranno ovviamente diversi da quelli dell'immagine $f(x, y)$.

L'operazione di compressione viene eseguita su tutti gli elementi della trasformata tranne che sull'elemento $H(0, 0)$ che viene codificato con $(2n + K)$ bit. Per ogni sotto-matrice si trasmette inoltre il valore di a che richiede $[(2\,n + K) - 3]$ bit.

4. Valutazione dei risultati.

Prima di analizzare i risultati ottenuti sulla compressione di informazione, è opportuno precisare in quale modo si sono valutate le prove effettuate.

Poiché è difficile trovare un metodo oggettivo per valutare la qualità di un'immagine, si usa generalmente un criterio soggettivo basato sul confronto dell'immagine ottenuta attraverso elaborazione con l'immagine di partenza. Nella letteratura sono definiti l'errore relativo medio E.R.M. e l'errore quadratico medio spaziale E.Q.M. mediante le relazioni:

$$[15] \qquad \text{E.R.M.} = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} \frac{|\,f(x, y) - \hat{f}(x, y)\,|}{|\,f(x, y)\,|}$$

$$[16] \qquad \text{E.Q.M.} = \sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} |\,f(x, y) - \hat{f}(x, y)\,|^2}.$$

L'errore relativo medio spaziale E.R.M., risulta più grande per quei punti che hanno luminanza bassa, perciò esso si avvicina di più alla valutazione soggettiva in quanto l'occhio umano apprezza molto meglio le variazioni di luminanza in prossimità dei neri che non in prossimità dei bianchi (bibl. 2).

L'errore quadratico medio spaziale E.Q.M. si può invece associare alla perdita di energia che si ha attraverso il processo di quantizzazione e codifica.

5. Analisi dei risultati.

Le fotografie riprodotte nelle figure 5, 6, 7 e 8 illustrano i risultati ottenuti utilizzando un quantizzatore con errore quadratico medio minimo con varianza $\sigma(u, v)_c$ costante su cerchi. Nelle didascalie di dette figura sono indicati con:

M	le dimensioni della sotto-matrice elaborata;
L	il numero dei livelli del quantizzatore usato;
$\sigma(u, v)_c$	la costanza della varianza su cerchi;
β	la costante parametrica che entra nell'espressione [14];
E.R.M.	l'errore relativo medio spaziale;
E.Q.M.	l'errore medio spaziale;
C.T.	il numero di componenti che vengono quantizzate;
τ_c	il rapporto di compressione (cioè il rapporto tra il numero di bit utilizzati per codificare le componenti della trasformata ed il numero di bit usati per codificare l'immagine originale);
γ_c	il valore del parametro γ della [17];
γ_I	il valore dello stesso parametro nella [18].

L'immagine a) della figura 5 è l'originale mentre le b), c), d) si riferiscono rispettivamente all'elaborazione di sotto-matrici di dimesnsioni 4×4 al variare del numero di livelli di quantizzazione.

Le figure 6 a) e b), 7 a) e b), 8 a) e b) corrispondono invece ad elaborazione di sotto-matrici di dimensioni 8×8, 16×16, 32×32 rispettivamente. Si può notare che, diminuendo le dimensioni della sotto-matrice si riesce, a parità di rapporto di compressione, ad ottenere immagini migliori. Infatti la trasformata di Hadamard consente di ridurre l'informazione nella misura in cui i punti dell'immagine sono correlati tra loro.

Una ulteriore diminuzione del rapporto di compressione si può ottenere riducendo il numero di componenti della trasformata di Hadamard da trasmettere. Infatti, poiché le componenti che trasportano maggior energia sono quelle a bassi indici u, v si può pensare di ricostruire l'immagine antitrasformando il piano della trasformata decurtato di alcune componenti in accordo con la [17] o con la [18] (bibl. 1):

$$[17] \qquad H(u, v) = 0 \qquad \text{per} \qquad u^2 + v^2 > \gamma\,;$$

$$[18] \qquad H(u, v) = 0 \qquad \text{per} \qquad u \cdot v > \gamma\,.$$

Seguendo la [17] si esegue una « soppressione per cerchi », mentre seguendo la [18] si esegue una « soppressione per iperboli ». La costante γ viene fissata a priori in funzione dell'entità della soppressione che si vuole effettuare.

Le figure 9 a), b), c) e d) si riferiscono ad elaborazioni effettuate appunto utilizzando la « soppressione per cerchi » e codificando le componenti non eliminate usando il quantizzatore con errore quadratico medio minimo e $\sigma(u, v)_c$ costante su cerchi.

Le figure 10 a), b), c) e d) illustrano invece le elaborazioni sempre con varianza $\sigma(u, v)_c$ ma con « soppressioni per iperboli ».

La soppressione di un certo numero di componenti porta ad un'ulteriore riduzione del rapporto di compressione a scapito però di un peggioramento della qualità delle immagini quanto più le dimensioni della sotto-matrice sono piccole.

Le elaborazioni sono state effettuate utilizzando l'apparecchiatura a disposizione del Centro di Studio per la Televisione del C.N.R. descritta in bibliografia 4.

Gli autori ringraziano il prof. Claudio Egidi per l'incoraggiamento e gli utili consigli forniti nello svolgimento del presente lavoro. (1638)

Torino - Centro di Studi per la Televisione del C.N.R. presso l'Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris.

BIBLIOGRAFIA

1. - PONCIN J.: *Utilisation de la transformation de Hadamard pour le codage et la compression de signaux d'images.* « Annales des télécomunications », Vol. XXVI, n. 7/8, luglio-agosto 1971, pagg. 235-252.
2. - ANDREWS H. C.: *Computer techniques in image processing.* « Academic Press 1970 », New York and London.
3. - WINTZ P. A.: *Trasform picture coding.* « Proc. IEEE », Vol. LX, n. 7, luglio 1972, pagg. 809-820.
4. - BAVOSI G., RACCIU A.: *Apparecchiatura per elaborazione di immagini televisive.* « Elettronica e Telecomunicazioni », Vol. XXII, n. 4, agosto 1973, pagg. 123-126.
5. - ALBERICO F., BOVE F.: *La trasformata di Hadamard nella trasmissione numerica di immagini.* « Elettronica e Telecomunicazioni », vol. XXII, n. 3, giugno 1973, pagg. 97-109.

SINCRONIZZAZIONE DELLE PORTANTI DEI TRASMETTITORI ONDA MEDIA E TV DELLA RAI

MEDIANTE DISTRIBUZIONE DI UNA FREQUENZA CAMPIONE CENTRALIZZATA DI 16,$\bar{6}$ kHz

GIOVANNI GENTILE (*)

SOMMARIO — Nella prima parte vengono analizzati i problemi che la RAI incontra per il corretto esercizio dei suoi trasmettitori ad onda media (OM) nei canali sincronizzati e dei suoi trasmettitori televisivi (TV) in offset normale e di precisione. Per una migliore soluzione futura di queste esigenze si illustrano quindi la convenienza e la possibilità di distribuire, su tutto il territorio italiano, una nota campione di 16,$\bar{6}$ kHz, di grande precisione a lungo termine e di stabilità a breve termine dell'ordine di $1 \cdot 10^{-9}$, con la quale correggere tutte le portanti OM e TV riferendole ad un unico campione centralizzato.

SUMMARY — ***Carrier syncronization of MW and TV RAI transmitters by the distribution of a centralized standard frequency of 16,$\bar{6}$ kHz.*** *In the first part of this paper some problems are outlined wich arise in correctly operating AM broadcast transmitters on syncronized MW channels and in TV transmitters with non precision and precision frequency offset-carrier. As convenient solution of these problems are then described the opportunity and possibility of distributing on the whole italian country a standard tone of 16,$\bar{6}$ kHz with a high long term frequency precision and short-term frequency stability better then $1 \cdot 10^{-9}$, to control the RF carrier of MW and TV transmitters, by comparison against a common frequency standard.*

1. Generalità.

La scarsità delle frequenze assegnate per le emissioni radiofoniche nella gamma delle onde medie (OM) ha suggerito, da circa tre decenni, l'opportunità di utilizzare in uno stesso paese un unico canale per più trasmettitori che irradiano tutti uno stesso programma. Questo particolare uso condiviso di un canale da parte di più trasmettitori, potenti e anche vicini l'uno all'altro, richiede però contemporaneamente:

a) che i battimenti tra le portanti dei vari trasmettitori che utilizzano quel canale siano inferiori in frequenza a 4 ÷ 5 centesimi di Hz (i trasmettitori che rispettano questa condizione sono detti trasmettitori sincronizzati o anche che formano un gruppo sincronizzato);

b) che il programma irradiato sia lo stesso per tutti i trasmettitori, nel qual caso, se soddisfatta la condizione *a*), il rapporto di protezione (rapporto tra il campo del segnale utile e la risultante dei campi degli altri trasmettitori del gruppo) per una ricezione discreta può scendere fino a 9 dB circa ([1]).

In pratica il rispetto della condizione *a*) è assicurato mediante oscillatori piloti, uno per ogni trasmettitore, dotati di quarzi di notevole stabilità (almeno di $1 \cdot 10^{-8}$/giorno) e precisione in frequenza. Ciononostante, per effetto delle inevitabili derive di frequenza di questi quarzi, tra le portanti dei vari trasmettitori possono nascere col tempo battimenti, cui corrispon-

(*) Dott. ing. Giovanni Gentile, Centro di Controllo della RAI, Monza.

Dattiloscritto pervenuto il 22 agosto 1973.

([1]) Soddisfatte queste due condizioni l'interferenza tra le portanti non si manifesta sotto forma di nota o di battimento, dovuto a variazioni di livello sonoro, ed il rapporto di protezione, necessario per una ricezione discreta (pari a 25 dB per stazioni isocanali e programmi diversi), si riduce fino a 9 dB (fig. 1). Battimenti più veloci (per esempio della durata di 10 secondi pari a 1/10 di Hz) richiedono un rapporto notevolmente maggiore perché permettono all'ascoltatore di prevedere l'intervallo tra le lievi distorsioni corrispondenti ai momenti in cui due segnali sono in controfase. Anche battimenti troppo lenti, per esempio con periodo di centinaia di secondi, sono da considerarsi nocivi perché la durata della distorsione dovuta ai segnali in controfase può essere di 10-20 secondi. Fortunatamente quest'ultimo caso si verifica molto raramente. Nell'intervallo tra questi due estremi il battimento non è prevedibile e la distorsione che esso provoca appare come casuale e quindi poco fastidiosa. Si ricorda inoltre che per battimenti di frequenza superiore a qualche decimo di Hz tutti i benefici dovuti alla modulazione con lo stesso segnale diventano quasi inefficaci ed il battimento intollerabile. Per esempio per un Δf di 2 Hz il rapporto di protezione per una ricezione discreta sale fino ad oltre 20 dB. Sono questi i principali motivi per cui le reti sincronizzate, per un loro buon esercizio, devono essere tenute sotto la sorveglianza dei Centri di Controllo.

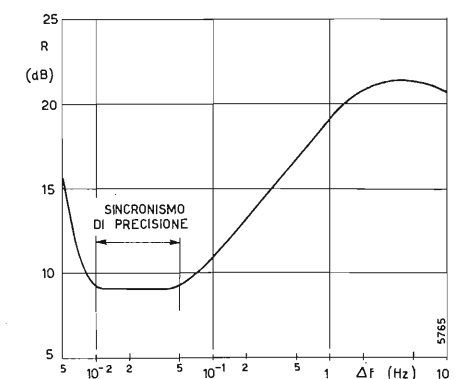



Fig. 1. — Rapporto di protezione R in funzione dello scarto Δf fra le portanti di due stazioni OM isoprogramma; è indicata la zona corrispondente al « sincronismo di precisione ».

dono disturbi di un trasmettitore sugli altri, tali da ridurre drasticamente le rispettive aree di servizio.

Per eliminare questi battimenti a ciascun trasmettitore di un gruppo sincronizzato deve pervenire, con una certa periodicità, un segnale pilota centralizzato di grande stabilità e precisione in frequenza; con esso, che deve essere lo stesso per tutti i trasmettitori del gruppo, si verificherà la precisione della portante irradiata da quel trasmettitore che eventualmente verrà corretta al valore previsto.

Oltre che per le stazioni sincronizzate, la stessa necessità è sentita anche per tutti i grandi trasmettitori OM che utilizzano un canale condiviso con trasmettitori di altri paesi e che irradiano perciò differenti programmi.

La scarsità di canali destinati alla televisione nelle bande I, III, IV e V pone problemi analoghi anche per quanto riguarda i valori delle frequenze portanti video dei trasmettitori che utilizzano uno stesso canale TV. In questo caso la riduzione del disturbo reciproco, tra le aree di servizio di trasmettitori in un unico canale televisivo, si ha quando i battimenti tra le varie portanti video si trovano nell'intorno di certi valori detti di « offset ». Come è noto i valori di offset più opportuni si hanno quando i battimenti video, tra le portanti di due trasmettitori in uno stesso canale, sono pari a multipli di 1/12 della frequenza di riga: p. es.: 4/12, 6/12, 8/12, ..., (2).

(2) Il disturbo reciproco che si arrecano due trasmettitori televisivi, le cui portanti video modulate in ampiezza utilizzano lo stesso canale (con uno scarto Δf tra le portanti al massimo dell'ordine di qualche decina di kHz), determina variazioni di luminosità che si manifestano sotto forma di barre orizzontali più o meno larghe che si sovrappongono all'immagine utile. A parità del disturbo soggettivo dovuto a queste barre, il rapporto di protezione è fortemente influenzato dal valore di Δf espresso come scarto rispetto alla frequenza di riga f_r, pari a 15.625 Hz, come risulta dalla figura 2. La figura 2 a) mostra infatti l'inviluppo superiore I e quello inferiore II delle oscillazioni che il rapporto di protezione R subisce al variare di Δf, compiendo un ciclo per ogni incremento di 50 Hz dello scarto Δf. Il ciclo di R, fra I e II, ha l'andamento indicato in figura 2 b) in cui si è espansa orizzontalmente una parte della curva $R(\Delta f)$. Se lo scarto tra le portanti Δf non è sufficientemente stabile nel tempo (per esempio ± 500 Hz), il rapporto di protezione su cui si può contare in pratica è dato dalla curva superiore e raggiunge un minimo non critico nell'intorno di $\Delta f = 1/2\ f_r$, $3/2\ f_r$ ecc. (offset normale o offset non di precisione). Invece disponendo di piloti video molto stabili (almeno $1 \cdot 10^{-8}$) e con scarto Δf sui minimi di figura 2 b) il rapporto di protezione diventa quello dell'inviluppo inferiore con minimi a circa $1/3\ f_r$, $2/3\ f_r$, $4/3\ f_r$, $5/3\ f_r$, ecc. Si realizza così l'offset di precisione, che riduce gli effetti delle interferenze al minimo possibile. Data la criticità di questi minimi l'offset di precisione, pena la perdita della sua efficacia, tollera scostamenti dai rispettivi valori nominali (in pratica variazioni delle frequenze portanti video dei trasmettitori TV) non superiori a pochi Hz. Fisicamente quanto sopra si può anche spiegare, in altro modo, osservando che in condizione di offset una qualsiasi riga video viene influenzata, dalla presenza di una portante isocanale indesiderata, in modo che l'effetto ottico dell'interferenza si riduce notevolmente a causa della compensazione luminosa tra immagini successive. Questa compensazione o interlacciamento si verifica:

— ogni 3 quadri se $\Delta f = 1/3\ f_r$ circa (5.225 Hz ± n 50 Hz);
— ogni 3 quadri se $\Delta f = 2/3\ f_r$ circa (10.450 Hz ± m 50 Hz);
— ogni 2 quadri se $\Delta f = 1/2\ f_r$ circa (7.812,5 Hz ± k 12,5 Hz).
— ecc. dove n, m e k sono numeri interi.

Se il numero di quadri necessari alla compensazione è maggiore di 3 il rapporto di protezione aumenta per effetto dello sfarfallamento.

Fig. 2. — Le curve I e II sono gli inviluppi superiore e inferiore delle variazioni del rapporto di protezione R al variare dello scarto Δf fra le frequenze delle due portanti TV interferenti fra loro. Tali variazioni di R compiono un ciclo per ogni incremento di 50 Hz dello scarto di frequenza Δf come è illustrato nella parte b) della figura.

Un primo beneficio, dell'ordine di 15 dB, si ha se le portanti video riescono a mantenere il valore previsto con un errore massimo di ± 500 Hz (offset normale, vedere fig. 2).

Un beneficio ulteriore di altri 10 dB si ha se, e soltanto se, le varie portanti interessate al disturbo mantengono i loro valori di offset con una precisione di ± 2,5 Hz (offset di precisione).

Naturalmente anche per un buon funzionamento nel tempo di una rete di trasmettitori TV in offset, per impedire cioè che le frequenze portanti escano dai limiti dei rispettivi valori di offset, è necessario che ciascun trasmettitore disponga di un generatore della frequenza video (eccitatore) munito di quarzo, di notevole precisione e stabilità, la cui frequenza deve essere periodicamente corretta a cura di un Centro di Controllo o con l'invio di una nota campione.

2. Situazione attuale dei trasmettitori RAI.

I trasmettitori onda media della RAI sono per la maggior parte riuniti in gruppi sincronizzati (per un totale di circa 100 trasmettitori) e utilizzano:

— i canali sincronizzati 566 kHz, 656 kHZ 1061 kHz, 1331 kHz e 1578 kHz per irradiare il Programma Nazionale;

— i canali sincronizzati 1034 kHz, 1115 kHz, 1223 kHz, 1313 kHz, 1430 kHz e 1448 kHz, per irradiare il Secondo Programma;

— il canale 1367 kHz per irradiare il Terzo Programma.

Gli altri trasmettitori OM della RAI irradiano nei canali condivisi o internazionali e sulle frequenze esclusive di 845 kHz (Roma 2) e di 899 kHz (Milano 1).

Per mantenere le frequenze portanti di tutte queste stazioni entro i limiti di cui si è parlato nella premessa, la RAI utilizza fin dal 1949 una nota campione di 1 kHz. Questa viene ottenuta a Roma a partire da un campione di frequenza di notevole precisione ed inviata, tramite cavi telefonici e collegamenti a rimbalzo MF della rete del terzo programma, a tutti i suddetti trasmettitori OM. Naturalmente, siccome tale nota transita negli stessi canali utilizzati per l'invio della modulazione del terzo programma, il 1000 Hz campione è inoltrato giornalmente, soltanto prima dell'inizio del programma stesso, dalle 06,45 alle 07,45. Durante questo intervallo di un'ora, a cura del personale addetto, deve avvenire il controllo e, se è necessario, l'eventuale correzione manuale delle portanti di tutti i trasmettitori OM della RAI.

Numerosi trasmettitori e ripetitori TV della RAI, specie quelli della banda III, irradiano in offset per la necessità di far coesistere un numero elevato di portanti in uno stesso canale. In offset di precisione irradiano i trasmettitori di maggiore potenza dai quali dipende un gran numero di ripetitori. In generale questi, se necessario, sono invece tenuti in offset normale alla precisione di ± 500 Hz.

Dei controlli e delle correzioni di questi offset si farà cenno più avanti.

3. Attuali difficoltà di esercizio.

La situazione attuale pone difficili problemi di esercizio per il corretto funzionamento nel tempo sia delle reti sincronizzate OM sia dei trasmettitori TV in offset normale o di precisione. Questi problemi sono andati aggravandosi sempre più in questi ultimi anni con la crescente automatizzazione dei centri trasmittenti, la maggior parte dei quali ora non è più presidiata da personale tecnico.

Le maggiori difficoltà per i controlli e le correzioni dei trasmettitori della rete OM sono dovute:

a) all'orario limitato di presenza dell'attuale nota campione;

b) alle difficoltà di presenza di personale tra le 06,45 e le 07,45 presso località non presidiate e sovente di difficile accesso;

c) all'instabilità di fase del segnale a 1 kHz, dovuta alla complessità dei collegamenti che utilizzano talora varie tratte via radio, per cui a volte tale segnale risulta inservibile;

d) alle apparecchiature e all'intera metodologia ormai vecchie e superate.

Per gli analoghi controlli e correzioni dei trasmettitori della rete TV in offset normale e di precisione si è finora ricorso ai Centri di Controllo di Monza e di Sorrento, quando da uno di questi Centri è possibile la ricezione diretta della portante interessata e un collegamento telefonico col personale del trasmettitore da correggere. In tutti gli altri casi la correzione è possibile solo con mezzo mobile attrezzato per misure di frequenza.

In ogni modo si incontrano varie difficoltà tra cui:

a) presso i Centri TV sovente manca personale per effettuare la correzione;

b) i collegamenti telefonici per i piccoli impianti sono a volte inesistenti;

c) sovente il quarzo dell'eccitatore pilota da correggere, nei casi di offset non di precisione, ha una deriva troppo rapida o non può essere portato sulla frequenza voluta (occorre aggiungere o togliere capacità al compensatore).

4. Prospettive future e primi risultati di studi effettuati dalla RAI.

L'esercizio di stazioni sincronizzate OM e stazioni TV in offset, con tutte le difficoltà che il mantenimento degli esatti valori delle frequenze comporta, ha suggerito, già da alcuni anni, lo studio delle possibilità,

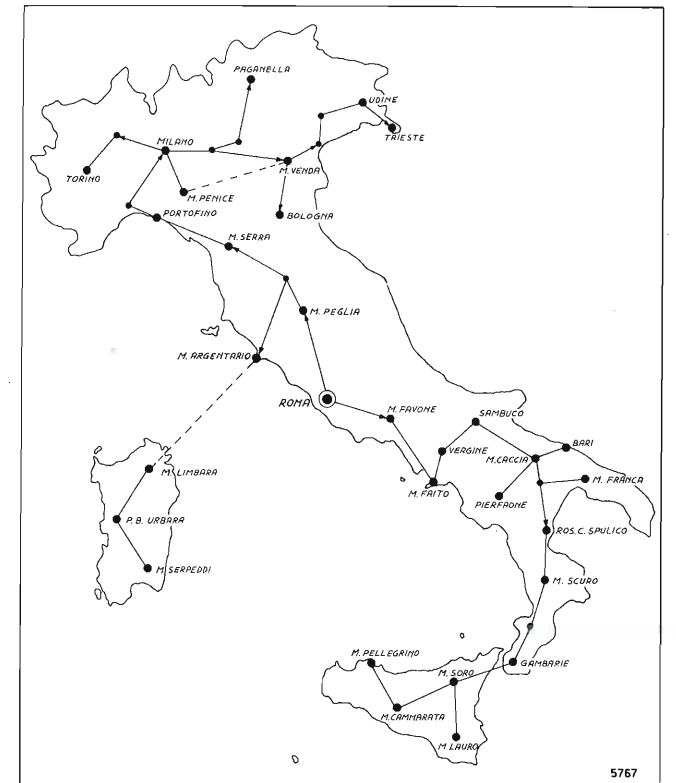



Fig. 3. — Principali centri trasmittenti TV a cui giungerà la frequenza di 16,6 kHz tramite ponti radio.

da parte della RAI e anche di altri organismi di radiodiffusione che in altri paesi gestiscono analoghe reti TV e OM, di far pervenire a tutti i trasmettitori di loro competenza e per la massima durata giornaliera possibile (comprese le ore dei programmi) una nota campione di grande stabilità e precisione, a cui fare riferimento per tutte le necessità già elencate nei paragrafi precedenti. A questo scopo all'estero è a volte utilizzata la frequenza portante di trasmettitori Onda Lunga nazionali.

In Italia, poiché la RAI non dispone di un simile impianto capace di coprire tutto il territorio italiano con forti campi non interferiti, si è ritenuto opportuno ricorrere ad una nota che transiti nei circuiti riservati alla modulazione.

Per non dover sempre riservare a questa nota un canale esclusivo (telefonico od in ponte radio) si sono inoltre studiate le possibilità di miscelare la nota campione ad un programma ed effettuare la modulazione col segnale composto senza creare per questo disturbi reciproci nei due distinti circuiti di bassa frequenza.

Il risultato è stato raggiunto, tenendo presente che la nota in questione deve:

— avere una frequenza ultraacustica, ma non molto superiore a 15 kHz (limite superiore della banda modulante);

— essere un sottomultiplo di 100 kHz, il che permette in ricezione una facile ricostruzione della frequenza campione di 100 kHz o di 1 MHz.

Si è così arrivati alla frequenza di 100 kHz/6 = $16,\overline{6}$ kHz, la quale può essere associata ai segnali di bassa frequenza, può ancora transitare su circuiti di modulazione ed infine può essere irradiata unitamente al programma dei trasmettitori MF.

In sede di esercizio definitivo questa frequenza

sarà ottenuta a Roma dividendo per 6 la frequenza di 100 kHz ottenuta da un campione a quarzo agganciato, tramite regolatore di frequenza (apparecchiatura idonea a correggere la deriva a lungo termine del campione) ad una stazione internazionale Standard in Onda Lunga, che assicura un errore a lungo termine al massimo di qualche unità in 10^{-11}.

La frequenza di $16,\overline{6}$ kHz verrà inviata opportunamente, per mezzo della catena dei ponti radio utilizzata dalla RAI per la distribuzione dei programmi video e radiofonici e per altri servizi ausiliari, da Roma a tutte le regioni del territorio italiano e più esattamente a tutti i principali trasmettitori MF di una delle tre reti della RAI (fig. 3). Presso ciascuno di questi trasmettitori la frequenza di 16,6 kHz sarà usata, oltre che per certi servizi ausiliari, per pilotare i trasmettitori locali. Contemporaneamente verrà miscelata, utilizzando filtri opportuni, con uno dei programmi radiofonici la cui massima frequenza di modulazione è, come già detto, di 15 kHz.

Programma e nota, quest'ultima ad un livello cui corrisponde una deviazione di 7,5 kHz circa (il livello totale corrisponde invece a 75 kHz di deviazione), verranno quindi irradiati, a partire dai trasmettitori principali, con una serie di rimbalzi da trasmettitore a ripetitore e da ripetitore a ripetitore fino a raggiungere ogni punto del territorio italiano. La frequenza campione di $16,\overline{6}$ kHz, senza interferire con il programma radiofonico, sarà quindi disponibile all'uscita BF di un ricevitore MF (dotato di opportuni filtri per la separazione della nota dal programma e del programma dalla nota), in tutti i punti in cui è possibile la ricezione di un trasmettitore o di un ripetitore MF della RAI.

5. Correzione manuale ed automatica.

L'utilizzazione della frequenza di $16,\overline{6}$ kHz sia per i trasmettitori OM che per quelli TV potrà quindi avvenire secondo una o entrambe le seguenti tecniche:

a) controllo ed eventuale rettifica manuale, in loco, dei trasmettitori sia TV che OM, limitatamente alle ore di presenza della nota campione, utilizzando semplici apparecchiature contenenti un oscillatore a quarzo di buona precisione che si aggancia alla frequenza di $16,\overline{6}$ kHz. Questo sistema non è altro che una generalizzazione del sistema usato tuttora, con la nota a 1 kHz, per il controllo e la correzione giornaliera dei trasmettitori OM delle reti sincronizzate;

b) correzione automatica e meccanicamente memorizzata (3) della frequenza di un oscillatore a quarzo

Fig. 4. — Schema di principio di una apparecchiatura per il controllo di frequenza della portante dei trasmettitori OM.

a 1 o a 5 MHz, con un'apparecchiature del tutto simile ad un regolatore di frequenza. Questo cristallo serve per il pilotaggio continuo di esercizio delle portanti OM e TV di tutti i trasmettitori di quel centro.

In questo caso la deriva giornaliera del cristallo locale (già con buona precisione propria) viene corretta in modo automatico e senza alcun intervento dell'uomo, utilizzando la frequenza $16,\overline{6}$ kHz anche se non presente con continuità.

Queste correzioni di frequenza, riferite per tutti i trasmettitori italiani ad un unico campione centralizzato, assicureranno il sincronismo e gli offset richiesti, sia per la rete OM che per quella TV, meglio che a partire da tanti campioni di frequenza locali, anche se di grande precisione e stabilità.

Gli oscillatori di cui alle lettere *a*) e *b*), se agganciati alla frequenza campione di $16,\overline{6}$ kHz, risultano avere la stabilità a lungo termine del campione di Roma ed una stabilità a breve termine caratteristica del cristallo locale. Infatti il sistema di aggancio di questo oscillatore ha una elevata costante di tempo per cui la stabilità della sua frequenza non risente dei salti di fase eventualmente introdotti dalla propagazione e dalla presenza della modulazione (specie delle frequenze sottomultiple di $16,\overline{6}$ kHz) lungo la catena dei rimbalzi, dal centro di miscelazione fino al punto di utilizzazione.

Nella figura 4 è visibile lo schema di principio di un'apparecchiatura portatile, già studiata e ora in corso di realizzazione in 40 esemplari, che sarà data in dotazione ai tecnici addetti ai controlli ed alle correzioni di frequenza dei trasmettitori OM. Con questa apparecchiatura, a partire dalla frequenza di $16,\overline{6}$ kHz

(3) Questo tipo di correzione si effettua mediante il confronto in un comparatore di fase tra la frequenza a $16,\overline{6}$ kHz ottenuta dall'oscillatore locale opportunamente demoltiplicato (per 300 se si parte da 5 MHz) e la frequenza a $16,\overline{6}$ in arrivo dal campione centralizzato. La tensione c.c. in uscita dal suddetto comparatore avrà segno e intensità legati allo scarto di fase tra i due $16,\overline{6}$ kHz. Questa tensione aziona meccanicamente un sistema che modifica una polarizzazione in grado di correggere nel giusto senso la frequenza dell'oscillatore sotto controllo.
È chiaro che in tal modo al cessare della tensione del comparatore, per esempio per effetto di un'interruzione del segnale a $16,\overline{6}$ kHz centralizzato, la tensione di polarizzazione variabile non subirà più alcuna correzione e quindi la frequenza dell'oscillatore locale rimarrà memorizzata meccanicamente al suo ultimo valore.

(o di 1 kHz se presente), è possibile controllare su tubo oscilloscopico la frequenza del trasmettitore locale OM ed eventualmente correggerla con una precisione di 1/100 di Hz e oltre. Prove fatte in tal senso in diverse zone del territorio italiano, comprese quelle per raggiungere le quali sono necessari numerosi rimbalzi da ripetitore a ripetitore (per esempio la zona della Valle Pusteria in provincia di Bolzano), hanno sempre dato esito favorevole dimostrando la possibilità di effettuare correzioni di frequenza dei trasmettitori sincronizzati OM a tutte le ore del giorno e con un'affidabilità e facilità in passato mai raggiunte con la nota a 1 kHz.

Sempre per il controllo e la correzione manuale, secondo la tecnica descritta al punto *a*, non è difficile concepire e realizzare un'apparecchiatura analoga che, nelle ore in cui è presente la frequenza campione a $16,\overline{6}$ kHz, permetta, da parte del personale tecnico dei vari trasmettitori TV e facendo riferimento ad un unico campione centralizzato, il controllo e, se necessario, la correzione manuale delle portanti video al loro valore esatto di offset, anche di precisione.

Per l'utilizzazione in questo senso della frequenza campione a $16,\overline{6}$ kHz, sono state effettuate, a cura del Centro di Controllo di Monza, numerose indagini sperimentali. Da queste prove è risultata la possibilità di tenere agganciato, a partire dalla frequenza in questione, un cristallo a 1 MHz, di modeste caratteristiche, con una instabilità a breve termine corrispondente a circa $1 \cdot 10^{-9}$, pari a 2/10 di Hz a 200 MHz.

Sarà quindi possibile in ogni punto del territorio italiano, con opportune apparecchiature e con una precisione di $1 \cdot 10^{-9}$ circa, sufficiente allo scopo, la correzione manuale della portante video con una certa periodicità e in tutti i casi di necessità.

Infine l'apparecchiatura per la tecnica della correzione automatica e meccanicamente memorizzata, descritta alla precedente voce *b*), è stata studiata e realizzata presso il Laboratorio della RAI di Torino. Due esemplari di queste apparecchiature (contenenti un quarzo di riferimento a 5 MHz di buone caratteristiche) sono funzionanti, da circa un anno, presso i centri trasmittenti TV di Milano e di Bertinoro. La frequenza a $16,\overline{6}$ kHz, in arrivo da Monza tramite i ponti radio, mantiene agganciati e corregge automaticamente i due quarzi pilota a 5 MHz da cui, per sintesi, si ottengono, con altre apparecchiature, le frequenze portanti video in offset, con precisione a breve e medio termine assicurate dal cristallo locale.

Anche se la frequenza $16,\overline{6}$ kHz non è presente in tutte le ore del giorno, accurate misure di frequenza delle due portanti video hanno permesso di accertare che il massimo errore di frequenza riscontrabile è dell'ordine di $\pm$ 0,1 Hz a 200 MHz, ampiamente inferiore al valore che assicura i benefici dell'offset di precisione.

(1628)

STRUTTURA DI UNA RETE DI TELECOMUNICAZIONI E DEI SUOI ELABORATORI DI CONTROLLO

I. CAPPETTI, M. R. SCHAFFNER*

SOMMARIO — Viene presentato un modello di rete integrata per comunicazioni motivato dalla futura domanda di nuovi servizi, e fra questi, in special modo, la trasmissione dati. I costituenti la rete sono:
1) sorgenti vocali analogiche e numeriche, sorgenti video analogiche e numeriche, sorgenti di dati; 2) concentratori numerici che raccolgono tutte le sorgenti numeriche sopra elencate verso una centrale locale mediante linee standard PCM; concentratori analogici che raccolgono le sorgenti analogiche verso una centrale locale su linee analogiche seguite da adattatori per la conversione al modo PCM; 3) centrali locali che commutano il traffico proveniente dai relativi concentratori locali verso la rete PCM metro; 4) linee PCM standard che formano le varie reti locali collegando i concentratori con le relative centrali locali; 5) centrali tandem locali che commutano il traffico da e verso le linee PCM di una rete urbana PCM-metro; 6) una rete urbana costituita da fasci PCM ad anello, detta rete PCM-metro; 7) centrali di transito che commutano il traffico proveniente dalle varie reti PCM-metro verso i super fasci PCM delle reti interdistrettuali. Questi super fasci PCM possono o no essere costituiti da linee PCM ad anello per costituire una rete interdistrettuale del tipo PCM-metro denominata rete PCM-intermetro.
Nella rete descritta le comunicazioni sono stabilite mettendo in relazione i « time-slot » nei differenti tronchi della rete PCM, in accordo con la momentanea configurazione del traffico. Il numero dei « time-slot » per comunicazione dipende dalla banda del segnale originale. I due processi discreti di Markov prodotti da ciascuna sorgente, uno di segnalazione e l'altro di informazione, sono controllati da particolari tipi di « circulating page loose processors » (CPL) situati sulle reti PCM-metro e PCM-intermetro collegati a calcolatori satelliti dello stesso tipo posti nelle varie centrali. A ciascun tipo di servizio compete una macchina equivalente ad una macchina a stato finito (FSM); ciascuna pagina delle successive elaborazioni riguarda una comunicazione specifica e si trova in uno stato, lo stato presente, di quella FSM. Certi stati hanno funzioni riguardanti sia il traffico, sia aspetti amministrativi, mentre altri hanno soltanto funzione di commutazione ed istradamento. Tutte le funzioni degli stati possono essere descritte come circuiti operativi nei calcolatori CPL; per tale ragione, queste vengono eseguite in un solo ciclo, lo stesso ciclo che commuta i dati relativi all'informazione. Nella trasmissione dati, il desiderato processo di trasmissione, sotto il controllo di un calcolatore utente, è descritto come una particolare FSM che è pure incorporata nei circuiti dei calcolatori e della rete.

SUMMARY — ***Structure of a communication network and its control computers.*** *A model for an integrated communication network is presented, which is motivated by the projected demand of new services, especially data-transmission. The constituents of the network are:*
1) analog and digital voice sources, analog and digital video sources, data sources; 2) digital concentrators that merge all the above digital sources to a local central via standard PCM lines; analog concentrators that merge analog sources to a local central via analog lines followed by adaptors for conversion to the PCM mode; 3) local centrals that switch the traffic from the relative local concentrators to PCM metro-network; 4) standard PCM lines that form each local network connecting the concentrators with the relative local centrals; 5) tandem local centrals that switch the traffic from and to the PCM lines of a PCM metro area network; 6) an area network formed by ring PCM lines, called PCM metro-network; 7) transit centrals that switch the traffic from each PCM metro-network to the PCM highways of interdistrict networks. These PCM highways can be formed (but not necessarily) by ring PCM lines to form an interdistrict network of PCM metro type, called PCM intermetro network.
In this network, communications are established by relating time slots in the different trunks of PCM network, in accordance with the momentary traffic situation. The number of time slots per communication depends on the bandwidth of the original signal. The two discrete Markov processes produced by each source, one of signalling and the other of information, are controlled by particular types of Circulating Page Loose processors (CPL), placed in PCM metro and PCM intermetro-networks and connected with satellite-processors of the same type at each central. Each type of service has a program described as a Finite State Machine (FSM); each page of sequential elaborations belongs to a specific communication and is in a state, the present state, of that FSM. Certain states have traffic and administrative functions, while others have only switching and routing functions. All the functions of the states can be described as operating networks in the CPL processors; therefore, these are executed in one cycle, the same cycle that switches the information data. In data-transmission, the desired transmission process, under the control of one user computer, is described as a particular FSM that is also stored in the network processors.

(*) Dott. ing. Ilio Cappetti, SIP Società Italiana per l'Esercizio Telefonico, Roma, Italia. Ma io R. Schaffner, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Mass. USA.

Dattiloscritto pervenuto il 29 maggio 1973.

Questo articolo è stato derivato dalla memoria « Structure of a communication network and its control computers » degli stessi autori, presentata al « Symposium on computer-communications networks and teletraffic » del « Polytechnic Institute of Brooklyn » 4-6 aprile, 1972. New York City.

1. Introduzione.

Si sta assistendo oggi ad una continua e crescente domanda di comunicazioni per dati in tutti i paesi più sviluppati nel mondo. La rete telefonica esistente non sembra ormai più idonea, sia dal punto di vista economico, sia da quello tecnico, alle sempre più varie necessità degli utenti per la trasmissione di dati.

Nascono così reti private e reti pubbliche specializzate per dati, distinte dalla normale rete pubblica telefonica. Ma i recenti progressi della tecnica, specie elettronica ed informativa, fanno considerare come *desiderabile* e *possibile* una unica rete numerica commutata, che sia idonea sia alle trasmissioni analogiche (dati, voce, ecc.), sia alle trasmissioni numeriche (voce, dati, videotelefono, teleposta, facsimile, ecc.).

Tale rete, che dovrebbe costituire la *rete pubblica di teleinformatica*, dovrebbe nel tempo sostituire tutte le reti esistenti, purché permetta nell'epoca di transizione una connessione fra le vecchie reti esistenti (che via via dovrebbero scomparire) e la nuova rete, che nel tempo si verrebbe così a costituire. Nel futuro si verrebbe così ad ottenere la auspicata unica *rete pubblica integrata di teleinformatica*, per voce e dati.

Questo lavoro tende a definire appunto una struttura finale per questa rete che si avvalga fin dall'inizio delle possibilità, sia attuali che prevedibili della tecnica, nel senso di adeguarsi ai progressi possibili della tecnologia *senza alterare la struttura originaria del sistema.*

2. Sorgenti di informazioni considerate.

Le sorgenti di traffico, per quel che riguarda il nostro modello, possono essere classificate come segue:

ATS (analog telephone sources). Tali sorgenti corrispondono agli attuali utenti telefonici, i quali sono suddivisi in sottoclassi a seconda del pacchetto di apparecchiature (facilities) loro assegnate quali registrazione e/o trasferta di chiamate per assenza temporanea, conferenze, chiamate abbreviate, documentazione, trasmissione dati a bassa velocità (tastiera dell'apparecchio telefonico), ecc.;

ADS (analog data sources). Sono utenti con modem locali per normali trasmissioni di dati in forma analogica. Possono essere incluse in tale tipo di sorgenti anche talune particolari trasmissioni di immagini a banda stretta (facsimile, ecc.);

AVS (analog video sources). Sono utenti dotati di videotelefono, di tipo analogico;

DTS (digital telephone sources). Sono utenti dotati di apparecchio telefonico numerico, con possibilità di trasmissione dati normali in forma numerica. Sono divisi in classi come gli ATS;

DDS (digital data sources). Sono utenti dotati di apparecchi di trasmissione dati a velocità più alte di quella normale utilizzata dai DTS;

DVS (digital video sources). Sono utenti videotelefonici che producono segnali video a larga banda come gli AVS, ma in forma numerica, con possibilità di trasmissione dati in forma numerica ad alta velocità;

SDS (special digital sources). Sono utenti dotati di apparecchi numerici che hanno più possibilità (per dati, voce, videotelefono). Poiché lo sviluppo tecnologico rende tali servizi sempre più a buon mercato, esiste la possibilità di una espansione nel numero di tali sorgenti. La sigla SDS potrebbe essere interpretata, allora, come « standard digital sources ».

La distinzione precedente fra sorgenti dati e video non è basata unicamente sulle differenti ampiezze di banda richieste, ma più propriamente su diversi requisiti della trasmissione. Per esempio, in una trasmissione video è accettabile una limitata percentuale di errori casuali; non in una trasmissione di dati verso un calcolatore. In una trasmissione video le interruzioni casuali di pochi millisecondi non hanno alcun effetto, mentre nella trasmissione di dati esse possono essere fatte solo in accordo con il controllo della sorgente di dati.

3. La rete.

3.1 Panorama generale.

La struttura di una rete è condizionata da parecchi fattori quali la distribuzione geografica degli utenti, il tipo di servizio richiesto, le tecniche disponibili.

È prevedibile che in futuro gli utenti saranno distribuiti più uniformemente che in passato, come conseguenza della più efficiente organizzazione dei trasporti, della trasformazione delle zone puramente agricole e per i crescenti problemi, specie ecologici, associati con la soprassaturazione delle zone urbane. La stessa possibilità di una economica diffusione della trasmissione dati potrebbe agevolare una decentralizzazione anche delle attività industriali e terziarie. Il tipo di servizio offerto nelle diverse aree è probabilmente soggetto a cambiare continuamente come conseguenza della diminuzione dei relativi costi (commutazione, trasmissione, elaborazione, apparecchiature terminali), dello sviluppo di nuove aree residenziali, della crescita e della ridistribuzione delle attività industriali.

I principali sviluppi tecnologici che possono prevedersi renderanno disponibili nuovi canali di trasmissione con bande più ampie nonchè apparecchiature per la commutazione e l'elaborazione più economiche e più veloci, il tutto basato sulle nuove tecniche numeriche.

È interessante notare che ai primordi delle comunicazioni telefoniche, quando l'intelligenza (un operatore umano) era disponibile ad ogni scambio, le reti adottate avevano la configurazione a maglia. Poi, con l'introduzione della commutazione automatica (senza intelligenza), divenne più appropriata una configurazione a stella. Nel futuro, con la commutazione automatica, con intelligenze ad alta velocità (processor) e con utenti più ampiamente distribuiti, una rete configurata a maglia appare di nuovo preferibile e molto più adatta a sopportare mutamenti. Nel nostro modello, ad un livello « microscala », ove è presente una commutazione a controllo prestabilito, la rete ha una configurazione a stella; ad un livello più alto, quello di «mesoscala», ove la commutazione è completamente controllata dagli elaboratori, tale rete ha una struttura essenzialmente a maglia; al livello superiore, di «macroscala», essa ha una configurazione ancora prevalentemente del tipo a maglia, ma con notevoli divergenze da tale struttura, soprattutto a causa dei diversi tipi di vettori usati.

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

INDICI DELLE ANNATE XXI E XXII (1972-73)

ABBREVIAZIONI: *A* = Articolo; *L* = Libro; *N* = Notiziario.

I fascicoli occupano le pagine sottoindicate:

ANNO XXI:	n. 1 da pag. 1 a pag. 40;	n. 2 da pag. 41 a pag. 84;	n. 3 da pag. 85 a pag. 124;
	n. 4 da pag. 125 a pag. 160;	n. 5 da pag. 161 a pag. 204;	n. 6 da pag. 205 a pag. 240.
ANNO XXII:	n. 1 da pag. 1 a pag. 40;	n. 2 da pag. 41 a pag. 80;	n. 3 da pag. 81 a pag. 116;
	n. 4 da pag. 117 a pag. 156;	n. 5 da pag. 157 a pag. 200;	n. 6 da pag. 201 a pag. 232.

INDICE DELLE COPERTINE

Riportiamo le didascalie delle copertine le quali hanno riferimento con un articolo o notizia pubblicato nello stesso numero.

ANNO XXI - 1972

n. 1: Generatore della segnalazione di cambio di programma nell'altro canale TV.

n. 2: Sommità del traliccio del ripetitore di Foligno con le aste captatrici per rilievi sui fulmini (v. pag. 41).

n. 3: PCM-video: Confronto tra l'immagine di partenza (sopra) e quella codificata 2 BIT (sotto) (v. pag. 92 e seg.).

n. 4: Cavo Pirelli con 48 coppie microcoassiali per sistemi PCM da 120 canali fonici, studiati dalla SIP (v. pag. 137).

n. 5: Entrata della sede del Centro di Controllo della RAI nel Parco di Monza.

n. 6: Torre che sostiene, a oltre 50 metri dal suolo, le antenne riceventi VHF ed UHF a Monza (art. a pag. 211).

ANNO XXII - 1973

n. 1: Diversi attacchi di linea dell'autocommutatore elettronico SIT Siemens TDM 150 (art. a pag. 11).

n. 2: Impianto per il rilievo del diagramma di direttività di antenne per autoveicoli.

n. 3: Studio TV 11 di Roma, usato per la trasmissione del Telegiornale, con pannello blu per chroma-key (v. pag. 82).

n. 4: Base mobile per il radiorilevamento delle prestazioni di autovetture (v. artic. a pag. 118).

n. 5: Tubi Westinghouse EBS (Electron Bombarded Silicon) usati nelle prove descritte a pag. 175.

n. 6: Vista parziale dei nuovi impianti di generazione dei programmi per filodiffusione di Roma (v. pag. 228).

INDICE ALFABATICO PER AUTORI

ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI N. 6 - 1973

INDICE ALFABETICO PER AUTORI 1972/73

INDICE ALFABETICO PER MATERIA

INDICE ALFABETICO DEGLI INSERZIONISTI NELLE ANNATE XXI E XXII (1972/73)

Fig. 1. — Livello « microscala » della rete integrata di telecomunicazioni che viene proposta.

3.2 Il livello « microscala ».

Il livello microscala è quello della rete di distribuzione. La figura 1 mostra una ipotetica porzione di rete di distribuzione, ove ciascun concentratore (bibl.1) è direttamente connesso agli utenti attraverso una configurazione a stella così come un certo numero di concentratori sono connessi alla centrale locale, ancora per mezzo di una configurazione a stella.

Poiché la rete dovrebbe adattarsi ad utenti ed istallazioni preesistenti, occorreranno vari tipi di concentratori.

Abbiamo tipicamente: 1) concentratori analogici AC, connessi a sorgenti analogiche (ATS, ADS, AVS) per mezzo di una coppia di fili, ed uniti alla più vicina centrale per mezzo di linee analogiche; 2) concentratori MC (mixed concentrators) connessi a sorgenti sia analogiche (ATS, ADS, AVS), sia numeriche (DTS, DDS, DVS), e collegati con normali linee PCM (per esempio il sistema Bell a 24 canali in USA, il sistema CEPT con 30 + 2 canali in Europa) alla centrale locale di pertinenza; 3) concentratori numerici DC connessi a sorgenti numeriche (DTS, DDS, DVS) e collegati con normali linee PCM alla relativa centrale locale. Saranno infine presenti concentratori speciali SC adatti per trasmissioni numeriche ad alta velocità (SDS) con opportuna selezione di banda variabile a seconda del tipo di servizio prescelto di volta in volta dall'utente. La interfaccia fra le linee analogiche e le centrali, che sono tutte numeriche, è effettuata per mezzo di adattatori A.

Questa struttura « microscala » della rete dovrebbe essere via via introdotta per trasferimento dell'utenza esistente nelle singole aree. Tale trasformazione strutturale può essere effettuata anche con installazioni convenzionali, ma sarebbe preferibile orientarsi verso apparecchiature di tipo nuovo.

Il punto più importante è che tutto il traffico, analogico o numerico, entrante nelle nuove centrali, che dovranno essere tutte di tipo numerico, acceda ad esse o mediante linee PCM o sia convertito in forma numerica mediante opportuni adattatori A, qualora si serva di canali analogici.

3.3 Il livello « mesoscala ».

Tutto il traffico della rete di distribuzione (il livello microscala di fig. 1) converge, come si è detto, verso le centrali locali tramite linee PCM (di 24 o 30 canali).

Le centrali locali sono connesse, a loro volta, per mezzo di linee PCM (ciascuna costituita da molti canali PCM) costituenti una configurazione a maglia (rete PCM-metro) al servizio di una determinata area. La struttura e il numero delle linee PCM, dei concentratori, delle centrali locali e tandem dipenderà dalla distribuzione dell'utenza e dal traffico. In figura 2 è stato rappresentato un caso ipotetico di 2 aree.

La linea PCM di una rete PCM-metro è essenzialmente una linea di trasmissione PCM nella quale i due sensi di trasmissione sono costituiti da due anelli chiusi (linee PCM ad anello) ovvero da due segmenti paralleli, interconnessi ai due estremi (linee PCM ad albero). Da tali linee i vari time-slot (canali PCM), costituenti una trama di 125μs, possono essere immessi o prele-

Fig. 2. — Schema della rete integrata di telecomunicazioni proposta con le strutture di reti PCM-metro e PCM-intermetro.

vati da parte delle « centrali tandem » o dalle « centrali di transito » collegate a quella linea; tale linea può perciò essere denominata PCM-bus.

Una rete metropolitana o distrettuale costituita da più PCM-bus si dice appunto « rete PCM-metro ». Sarà allora sufficiente l'esistenza di opportune « centrali tandem » per passare da un PCM-bus ad un altro della rete e quindi sarà possibile collegare due qualsiasi utenti della rete.

Anche le centrali locali, se collegate a più PCM-bus, possono svolgere le funzioni di centrali tandem ed allora commutano non solo i time-slot dei PCM normali fra di loro e verso i PCM-bus, ma anche i time-slot dei vari PCM-bus in transito fra le stesse.

Poiché il traffico in ogni tronco di linea è trattato in modo indipendente, nuove centrali, nuovi rami ed anelli di connessione possono essere aggiunti in qualunque istante per rispondere allo sviluppo della domanda e del traffico, senza alterare le parti preesistenti della rete.

La maglia permette anche la possibilità di istradamenti alternativi nel caso di saturazioni locali o nell'eventualità in cui ci siano impianti momentaneamente fuori servizio.

Risulta anche possibile connettere ad un PCM-bus, tramite opportune « centrali interfaccia », le esistenti centrali elettromeccaniche. È anche possibile, se richiesto per ragioni di emergenza, collegare su uno o più PCM-bus centrali locali mobili di tipo numerico.

La possibilità per questa rete di operare efficacemente è basata sulla disponibilità di adatti elaboratori situati sulla rete e/o in ogni centrale. Gli elaboratori si preoccupano per le aree di pertinenza della gestione dei vari messaggi, sia per quanto concerne la loro commutazione, trasmissione ed istradamento, sia per i relativi e conseguenti obblighi gestionali ed amministrativi.

I PCM-bus che interconnettono le varie centrali sono linee PCM costituite da più canali PCM raggruppati in sezioni (burst) per le varie centrali origine del traffico. Tali burst hanno lunghezza variabile nel tempo a seconda del traffico momentaneo delle singole centrali (sono cioè delle reti « su domanda »).

Tale rete mesoscala si è chiamata « metro » per analogia con le reti metropolitane delle grandi aree urbane e suburbane, che hanno una struttura a maglia e varie stazioni (in analogia alle centrali tandem) dove i singoli passeggeri possono cambiare per scegliere il tronco più appropriato per raggiungere la destinazione finale.

3.4 Il livello « macroscala ».

Le reti PCM-metro delle varie aree possono essere connesse per mezzo di superlinee PCM (linee PCM-bus caratterizzate da elevatissime velocità di trasmissione e da lunghi percorsi). Nei vari punti di connessione le centrali di transito provvedono all'istradamento del traffico nelle diverse direzioni sotto il controllo di adatti elaboratori situati sulla rete. La configurazione della rete di superlinee PCM dovrebbe essere fortemente dipendente dalla particolare distribuzione geografica delle varie reti PCM-metro. Per distanze molto grandi anche i satelliti per telecomunicazioni possono costituire particolari linee PCM-bus integrate con le varie reti terrene di PCM-bus.

Questa rete interdistrettuale, che connette fra di loro le varie PCM-metro, può non necessariamente essere costituita interamente da PCM-bus. Può però

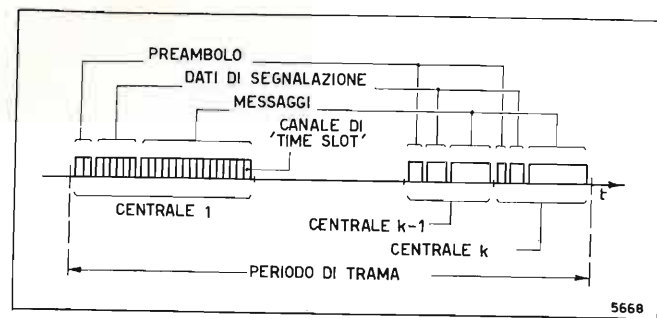



Fig. 3. — Struttura generale di trama nella multiplazione a divisione di tempo.

assumere tale configurazione, almeno in alcune sue parti, e cioè costituire una rete inter-area che potrà essere denominata, per i detti motivi, rete PCM-intermetro (fig. 2).

3.5 La trama del PCM-bus.

Una trama di tipo generale di un PCM-bus a multiplazione di tempo è mostrata in figura 3. L'intero periodo di trama è diviso in burst assegnati a centrali diverse.

Il burst di ciascuna centrale è composto di tre parti: 1) un preambolo con l'indicazione della centrale di partenza e di arrivo; 2) dati di segnalazione (signalling data) riguardanti lo status delle comunicazioni attive; 3) il messaggio effettivo, diviso in tanti time-slot (canali) quante sono le comunicazioni in atto.

La lunghezza delle « sezioni di centrale » (central-burst) può essere o fissa per ogni centrale, oppure con numero dei canali che varia di ora in ora seguendo un programma (preassigned circuits slow-packing), o totalmente variabile (fully-variable) (il numero dei canali segue l'intensità istantanea del traffico), oppure variabile, ma soggetta a certe riserve (ad es. fully variable-central-reserve) (per ciascuna centrale è garantito un minimo assegnato di canali). Alcune delle particolari strategie seguite nel caso dei satelliti per telecomunicazioni, come l'assegnazione su domanda, (bibl. 2) potrebbero essere convenientemente usate anche nel caso in esame. La trama di 125 μs, che corrisponde ad una cadenza di campionamento della voce di 8.000 Hz, costituisce una trama suddivisa in gruppi di 8 bit (time-slots o canali) e viene così a rappresentare una unica trama universale di riferimento, valida per qualsiasi tipo di telecomunicazione.

Nei PCM-bus che interconnettono centrali locali non c'è ovviamente necessità di un preambolo.

Il controllo generale della trama dei vari PCM-bus può essere agevolato se si assegna ad ogni PCM-bus un apposito elaboratore di centrale.

Sarebbe possibile accrescere anche l'affidabilità globale del sistema ripartendo il traffico su più PCM-bus processor che si aiutano vicendevolmente. Si può avere una riduzione ed un controllo dei dati di segnalazione nei casi in cui essi possono essere associati ai time-slot che portano i messaggi cui essi si riferiscono; un bit in ogni time-slot è riservato per la segnalazione codificata in una lunga supertrama (di segnalazione) con abbondante ridondanza; gli altri 7/8 bits di quel time-slot possono portare un messaggio o informazioni di servizio a seconda dello stato della comunicazione.

4. Gli elaboratori.

4.1 Introduzione.

Essenziale per le reti PCM-metro è la presenza di elaboratori capaci di assolvere in tempo reale alle operazioni via via richieste. Noi possiamo considerarli come un grande elaboratore distribuito; i PCM-bus che congiungono le centrali sono, allo stesso tempo, linee di traffico e collegamenti necessari per il coordinamento del lavoro delle diverse unità elaborative.

Due processi discreti di Markov sono prodotti da ciascuna sorgente, uno relativo alla segnalazione, che determina tutte le fasi della comunicazione dalla sua nascita al termine, e l'altro relativo alla informazione, composto di parole di tipo numerico (campioni di voci o caratteri relativi a dati) ad intervalli di 125 μs. Il primo processo implica la produzione di segnali di controllo, la ricerca di una possibile via di istradamento ed il calcolo di dati di tipo gestionale ed amministrativo. Il secondo implica il trasferimento di parole di 8 bit attraverso il cammino stabilito.

Questi processi sono caratterizzati da ben definite sequenze periodiche di compiti; quindi essi sono appropriatamente trattabili da elaboratori di processo (processor) con cicli correlati (bibl. 3). Le funzioni che devono essere svolte sono ben note in anticipo, ma esse devono essere eseguite ad una velocità molto elevata se vogliamo che un singolo ciclo (125 μs o multipli) sia capace di trattare una gran quantità di comunicazioni. Allora è particolarmente appropriato per queste centrali possedere un sistema di elaborazione in cui la rete programmabile, rispondente alle parole di un programma, può assumere configurazioni specializzate, capaci di eseguire le funzioni richieste in un ciclo di macchina. Per questo sistema, che è stato chiamato Circulating Page Loose (CPL) system, (bibl. 4) un processo è descritto nella forma di una macchina a stato finito (FSM) secondo le espressioni:

$$\boldsymbol{y}(i+1) = F_{s(i)}\,[\boldsymbol{y}(i), \boldsymbol{x}(i)]\,,$$

[1]

$$\boldsymbol{s}(i+1) = T_{s(i)}\,[\boldsymbol{y}(i+1), \boldsymbol{x}(i)]\,.$$

Il vettore $\boldsymbol{y}$ rappresenta l'insieme delle variabili del processo, $\boldsymbol{x}$ l'insieme dei nuovi dati di entrata, i l'indice corrispondente al ciclo corrente, $\boldsymbol{s}(i)$ lo stato presente del processo, F l'insieme delle operazioni che devono essere eseguite su dati, e T la funzione che determina lo stato successivo $\boldsymbol{s}(i+1)$ del processo. In ciascun ciclo di macchina si realizzano due reti per eseguire le funzioni F e T delle [1]. Un programma per il sistema CPL consiste di un insieme finito di quadruple, che descrivono la FSM,

$$I_j,\ F_j,\ T_j,\ R_j \qquad j = 1,2,\ldots\ldots k$$

dove I_j è la parola numerica che prescrive l'entrata del ciclo presente, F e T sono parole numeriche definenti le reti che realizzano le funzioni [1], R è una parola che descrive l'istradamento di certi dati ai dispositivi di uscita e j è lo stato.

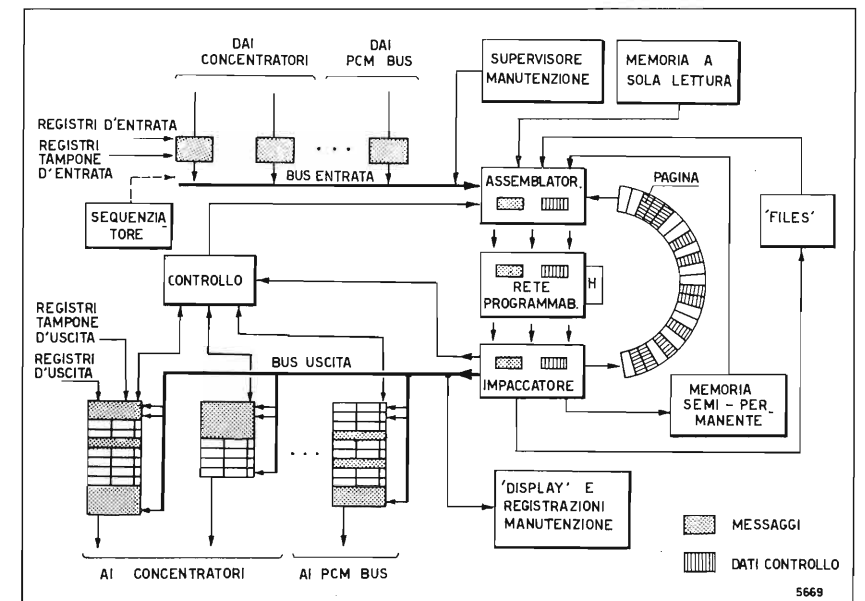



Fig. 4. — Schema a blocchi dell'elaboratore delle Centrali della rete PCM-metro; sistema « circulating page loose » (CPL).

Il sistema CPL ha quattro unità principali (fig. 4): un assemblatore per l'acquisizione dei dati, una rete programmabile per l'esecuzione del processo, un impaccatore per l'istradamento dei dati dopo l'elaborazione ed una memoria (immagazzinamento secondo il criterio che chi prima entra prima esce). Le quattro unità formano un anello chiuso per la circolazione delle pagine. Una pagina è un insieme di dati riferiti ad un singolo processo, nel nostro caso una singola comunicazione. La figura 4 mostra le parti principali di un sistema di elaborazione di una rete PCM metro.

4.2 Funzione di commutazione.

Le trame di tutte le linee PCM-bus del PCM-metro hanno l'identico periodo di 125μs e sono sincronizzate, ma ciascuna linea può portare un differente numero di canali a divisione di tempo. Ogni linea entrante trasferisce il contenuto di ciascun time-slot in un registro d'entrata. Un sequenziatore trasferisce il contenuto di ciascun registro d'entrata in un registro tampone prima che il contenuto del successivo time-slot arrivi nel registro d'entrata; nello stesso tempo il sequenziatore trasferisce il contenuto di tutti i registri tampone nel bus d'entrata dell'elaboratore prima che un nuovo contenuto sia presentato al registro tampone. In questo modo i time-slot di una pluralità di linee d'entrata con differenti modulazioni a divisione di tempo vengono interallacciati in un flusso continuo al bus d'entrata dell'elaboratore.

Ci sono tante pagine in circolazione quanti sono i time-slot nell'intero insieme di linee d'entrata connesse al sistema. Il contenuto di ciascun time-slot trova la sua corrispondente pagina nell'assemblatore; la pagina da l'indirizzo della linea d'uscita e del time-slot in quella linea. Dall'impaccatore, con quei due indirizzi detti, il contenuto di ciascun time-slot va nell'appropriato registro tampone di uscita. Alla fine di ogni trama, i contenuti dei registri tampone di uscita vengono trasferiti nei registri di uscita; poi il contenuto dei registri di uscita è incanalato nei corrispondenti canali delle linee di uscita (PCM normale o PCM-bus).

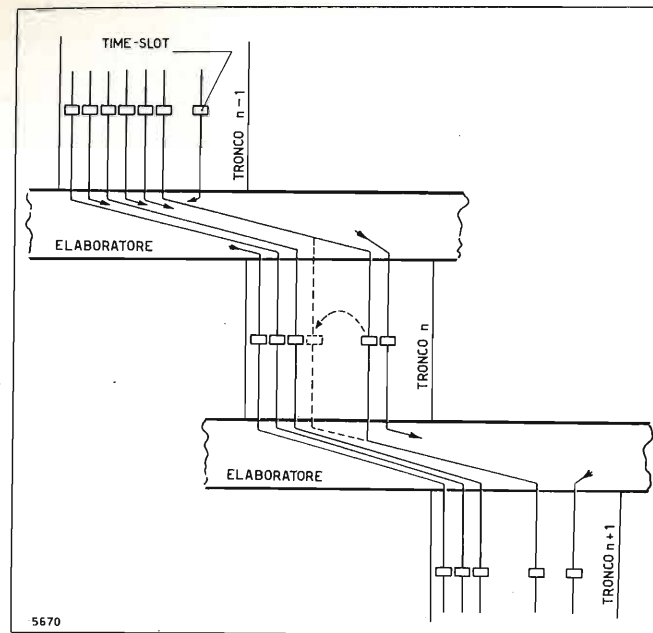



Fig. 5. — Movimento di precessione dei time-slot attraverso gli elaboratori della rete integrata di telecomunicazioni.

Per facilitare le comunicazioni a banda differente da quella normale di 64 kbit/s (velocità multipla di 64 kbit/s) esiste, per ciascuna trama di linea, un movimento di precessione di tutte le pagine attive, e quindi di time-slot con messaggi, verso un estremo della trama, come indicato schematicamente in figura 5. I registri tampone di uscita hanno un bit extra che indica se il time-slot considerato è usato oppure no; un circuito di controllo informa l'assemblatore dei time-slot seguenti liberi in quella linea; una copia della pagina corrente è prodotta nella pagina ausiliaria di immagazzinamento H (fig. 4), ed inserita in circolazione in corrispondenza del nuovo time-slot; la pagina precedente è eliminata non appena la nuova allocazione per quella comunicazione venga acquisita dall'elaboratore all'altro estremo del tronco.

4.3 Funzioni amministrative e di segnalazione.

Una comunicazione viene iniziata con i numeri della sorgente, della destinazione, e con il codice caratteristico del tipo di servizio. L'elaboratore della centrale locale di appartenenza della sorgente della comunicazione introduce una pagina in circolazione nello stato di partenza acquisito dal programma contenuto nella memoria a sola lettura (fig. 4), tenendo conto del codice caratteristico del tipo di servizio e dell'informazione connessa alla chiamata dell'abbonato, immagazzinata in una memoria semi-permanente. Il processo relativo alla ricerca di un cammino adatto per la comunicazione è portato avanti (con eventuale partecipazione di altri elaboratori della rete PCM-metro) impegnando un time-slot in ogni tronco successivo. In questa fase i time-slot vengono adoperati come un canale di servizio. Quando il percorso è stabilito (può essere una sola via o due vie, a seconda del tipo di servizio) e sono soddisfatte tutte le condizioni relative alla comunicazione (sette bit del time-slot nel caso del PCM americano) essi vengono utilizzati per il messaggio. L'ottavo bit continua a servire come canale di servizio nella supertrama codificata; ogni volta che avviene un mutamento di situazione gli altri sette bit del time-slot vengono usati di nuovo per segnalazione o per scambiare informazioni fra gli elaboratori secondo una super-trama di segnalazione.

Nel caso dello standard europeo (PCM-CEPT), esistendo un canale apposito per i dati di segnalazione, può essere conveniente, tramite un piccolo elaboratore di segnalazione (signalling processor) locato nella centrale, aggiungere un bit di segnalazione *solo all'interno della centrale*, mentre sulla linea i dati di segnalazione restano collocati nell'apposito canale codificato della super-trama di segnalazione.

Anche le funzioni gestionali ed amministrative vengono eseguite indipendentemente per ciascuna comunicazione dalla pagina relativa. Certi stati del programma contengono parole che producono nella rete programmabile delle configurazioni tali da eseguire quelle funzioni durante il passaggio della pagina.

I dati di uscita vengono raccolti dall'impaccatore nelle « files » appropriate. I necessari dati di entrata vengono acquisiti dall'assemblatore.

Durante le ore di traffico ridotto vengono attivate, nello stesso elaboratore, pagine con programmi gestionali ed amministrativi per l'elaborazione di dati gestionali (rilievi di traffico, guasti, simulazioni interne di traffico per diagnosi ecc.), e amministrativi (da trasferirsi agli elaboratori centrali per la fatturazione) come pure per la trasmissione di dati statistici di situazioni, ecc.

In figura 4 si possono individuare due distinte circolazioni: quella dei messaggi, nella parte sinistra (blocchi punteggiati), e quella dei dati di servizio, nella parte destra (blocchi tratteggiati). Nelle reti programmabili i due tipi di informazione possono mescolarsi; in certi istanti, durante la comunicazione, messaggi possono entrare nell'area di servizio, in altri istanti dati di servizio possono invadere l'area della trasmissione del messaggio.

4.4 Commenti.

L'affidabilità delle operazioni può essere incrementata semplificando il percorso dei dati e riducendo il numero dei cicli di macchina, piuttosto che abbassando la velocità dei circuiti numerici. La velocità della circolazione delle pagine può essere elevata finché il tasso di errori casuali si avvicina al valore ammissibile nel servizio.

Considerando la rete programmabile, c'è interesse a studiare l'applicabilità di logiche a soglia, che, per mezzo di pesi diversi attribuiti dal programma, possono eseguire diverse funzioni logiche e aritmetiche (bibl. 5).

Allo stato presente della tecnologia dei circuiti integrati, un sistema elaborativo con un periodo di 125 μs può trattare fino a 2500 pagine, e quindi un ugual numero di canali. Assumendo che le comunicazioni durino in media due minuti, questo vuol dire un totale di 75.000 comunicazioni ogni ora. Se il flusso del traffico è maggiore si possono aggiungere altre unità dello stesso tipo, ciascuna delle quali viene dedicata ad un gruppo di trame in arrivo, mentre tutte si spartiscono i registri tampone delle trame di uscita.

I diagrammi degli stati di tutti i programmi sono tali che essi non possono rimanere bloccati in uno stato o in un ciclo. Ciascuna pagina possiede una parola che conta il tempo, e se i segnali o le operazioni appropriate non provengono con la cadenza prescritta vengono prodotte appropriate transizioni per il ritorno alla normalità con eventuale produzione di allarmi.

Una possibilità interessante per questa rete di calcolo di tipo programmabile è il fatto che essa può facilmente mettersi in relazione con gli elaboratori degli utenti verso i quali venga effettuata una trasmissione dati. Durante la parte preliminare della comunicazione con l'utente, l'elaboratore della corrispondente centrale locale acquisisce dall'utente una porzione del programma relativo al controllo dei dati (certe parole di messaggio entrano nella zona di controllo dei dati [fig. 4]); quindi i dati vengono trasmessi con regole che dipendono in certa misura dal programma di utente così acquisito.

Naturalmente le macchine a stato finito degli elaboratori dovrebbero essere strutturate in modo tale da non accettare indesiderate interferenze da parte degli utenti. Una volta che sia terminata la comunicazione il programma di utente scompare assieme alla pagina relativa.

4.5 Manutenzione.

Una pagina circola continuamente in ciascun sistema seguendo un programma di prova per le differenti parti del cammino di circolazione, e produce automaticamente la commutazione verso le unità di attesa (stand by) nel caso che vengano osservati malfunzionamenti. Altre pagine, sotto il controllo del programma supervisore di manutenzione, sono introdotte in modo periodico per compiere *controlli* nella trasmissione dei messaggi, nella ricerca di cammini, nella selezione dei servizi e nel calcolo delle funzioni di carattere amministrativo.

In tale rete elaborativa è facile impostare programmi che simulano in modo automatico tutti i tipi di comunicazioni e controllano tutti i possibili percorsi e le sequenze di stati per i diversi servizi. I risultati di queste ricerche vengono sia forniti in tempo reale, sia memorizzati in appropriate « files » per essere estratti su richiesta allo scopo di fornire elementi diagnostici.

5. Considerazioni.

Una caratteristica peculiare di tale rete di telecomunicazioni è l'elaborazione in tempo reale estesa alla totalità delle possibili comunicazioni. Le seguenti considerazioni giustificano questo approccio. È facile prevedere, infatti, la proliferazione di quei servizi che richiedono assistenza e controllo automatico.

Quando ogni utente avrà un equipaggiamento tale da poter essere usato ugualmente bene, azionando certi dispositivi, sia per chiamare destinazioni di diversa natura, sia per acquisire particolari informazioni, sia addirittura con funzioni di un piccolo elaboratore-terminale, la maggior parte delle chiamate, diversamente da quanto accade nel traffico di oggigiorno, richiederà un'elaborazione complessa. Le comunicazioni fra elaboratori si prevede che aumenteranno di numero in maniera rapida, e presumibilmente questa applicazione costituirà uno degli usi più diffusi della rete integrata di telecomunicazioni, la trasmissione dati richiede, infatti, un trattamento d'informazione che sia rapido e flessibile. Si prevede inoltre che l'equipaggiamento richiesto per l'elaborazione diminuirà sia in costo che in complessità, mentre ne aumenteranno l'affidabilità, la velocità e le possibilità elaborative.

Come conseguenza delle possibilità elaborative, ogni richiesta può avere seguito immediato. La possibilità di stabilire una comunicazione è limitata solo dalla capacità dei singoli fasci, ma, a causa della configurazione a maglia e della presenza sulla rete di elaboratori, ogni time-slot disponibile può essere sfruttato al massimo. Sono altresì previsti per un prossimo futuro vettori con grandissime capacità (cavi coassiali, ponti radio numerici, guide d'onda circolari, fibre ottiche, ecc.) che permetteranno di fronteggiare le prevedibili nuove necessità di aumento di utenza, traffico e servizi, soprattutto per quelle comunicazioni che richiedono un'enorme quantità di banda, come ad esempio per comunicazioni di tipo video e per i dati ad altissima velocità.

Ci si aspetta, nella rete PCM-metro, un controllo automatico della banda richiesta e permessa, in modo tale che sia le comunicazioni vocali o per dati normali (48 ÷ 64 kbit/s) sia quelle a larga banda, come trasmissioni video o di dati ad alta velocità (multipla di 64k bit/s), possano coesistere sulla stessa rete, osservando nelle ore di punta opportune priorità e/o strategie di istradamento.

La presenza di più elaboratori entro il sistema, sia presso le centrali che sui PCM-bus, permette una maggiore e più flessibile possibilità di controllo ed una più efficiente supervisione nella ricerca e variazione degli istradamenti ed infine anche uno scambio ed un controllo reciproco delle diverse funzioni, assicurando così una maggiore affidabilità, una migliore qualità di servizi e una maggiore probabilità di sopravvivenza di tutto il sistema, nonché una più efficace operatività della gestione e dell'esercizio.

La disponibilità di processi elaborativi per ogni comunicazione permette di introdurre una varietà di nuovi servizi ad un costo molto basso, poiché essi vengono ottenuti senza installazione di nuovi equipaggiamenti e di costosi dispositivi di accesso e di interfaccia verso gli stessi.

La organizzazione della rete in due livelli, la rete di distribuzione e la rete PCM-metro, con la presenza di elaboratori alla interfaccia delle due, facilita il sorgere di una rete integrata senza costose sostituzioni ed adattamenti delle installazioni esistenti. Fra l'altro le linee dei concentratori potrebbero essere costituite inizialmente sfruttando la esistente rete urbana di distribuzione e di giunzione.

6. Conclusioni.

Il modello di rete integrata presentato in questa memoria non costituisce naturalmente l'unico modo di realizzare una rete numerica mondiale per telecomunicazioni. Essa è soprattutto una *rete ideale* che nel tempo potrà affermare una propria convenienza realizzativa a seconda delle esigenze che via via verranno concretandosi da parte degli utenti e dei gestori e a seconda dello sviluppo tecnologico che verrà nel tempo delineandosi.

È soprattutto la sua « filosofia » quella che a noi interessa e che per la sua semplice e flessibile logica strutturale ha buoni motivi di possibile affermazione, anche se a lungo termine.

Sono tali possibilità che ci hanno spinto a formutare un tale *modello*, che pensiamo dovrebbe costituire un obiettivo per una futura rete telefonica mondiale che voglia avere, come deve avere, il supporto valido della moderna elettronica veloce, delle nuove tecniche numeriche, dei sempre più avanzati sistemi di elaborazione e controllo, in quanto elementi essenziali dell'attuale sviluppo e tendenza della tecnica e della tecnologia. Si deve anche considerare che essa viene incontro alle più diverse esigenze di nuovi servizi che sembrano coincidere con quelli desiderati dall'utenza, sia attualmente che per il prossimo futuro. Infatti i requisiti previsti dalla nostra rete per i vari servizi concernono essenzialmente i tipi di traffico offerti agli utenti, e cioè telefonico (con tutte le note nuove « facilities » permesse dalla Commutazione Elettronica), i dati a velocità telegrafica (100 ÷ 200 bauds), telefonica (600, 1200, 1800, 2400, 4800, 9600 bit/s) e supertelefonica ($n \times 64$ kbit/s con $n = 1 \div 30$), il servizio videotelefonico (1920 kbit/s, che è la capacità della linea PCM CEPT a 30 canali), il servizio facsimile, ecc.

Presenta inoltre il vantaggio di una rete completamente numerica (le estensioni analogiche sono numerizzate all'atto della loro immissione nella rete numerica, e possono quindi servire per la voce e per i servizi sia analogici che numerici a bassa velocità, la cui onda-dati viene però campionata e numerizzata come l'onda della voce, cioè viene considerata come una informazione analogica). Data la struttura delle linee standard PCM di estensione, tutti i servizi avranno velocità multipla di 64 kbit/s con il massimo di 1920 kbit/s ($n \times 64 = 1920$ per $n = 30$). Nel caso di servizi a velocità superiore si sfrutteranno collegamenti immessi direttamente sulla rete primaria PCM-metro.

Inoltre esistono anche esigenze da considerarsi per il prossimo futuro nel riguardo del presumibile volume di traffico per dati. Infatti le necessità per teleinformatica vanno sempre più crescendo con un incremento annuo che oggi in Europa si aggira sul 100%. Si pensa perciò che sia opportuno prevedere in futuro una rete comune *integrata per dati e voce*. Purtroppo occorreranno soluzioni di compromesso prima di arrivare a tale sistema. Ad esempio la Francia sta realizzando una rete commutata per dati ad alta velocità, detta *Caducee*, del tipo a commutazione di circuito, e sta già studiando la realizzazione di una rete numerica per dati, detta *Hermes*, del tipo a commutazione di messaggio, che è prevista per gli anni 80. Inoltre, una rete sperimentale numerica di tipo integrato, detta *Platon*, è in servizio nella Bassa Normandia.

Soluzioni simili stanno pure pensando gli altri Paesi dell'Europa. Comunque l'Europa sta seguendo una strada che dovrà portare ad una completa integrazione fra dati e voce, fra commutazione e trasmissione, con una rete tutta numerica (salvo le reti di estensione) ed una commutazione temporale numerica del tipo di pacchetto o meglio di messaggio (multipli di 8 bit).

Venendo infine ai requisiti necessari per risolvere i problemi posti dalla realizzazione della rete qui presentata, si può osservare che essi sono influenzati per la loro soluzione da molti fattori, ad oggi non tutti sicuramente prevedibili. Fra essi elenchiamo:

1) *Logiche ad alta velocità.* Questo è uno dei problemi più importanti per la soluzione pratica del sistema. Il trasferimento interno dei dati nelle Centrali tandem è fortemente condizionato dalle velocità possibili di trasferimento: tempi di commutazione delle porte, velocità di transito sui canali interni, tempi di accesso (lettura, scrittura) alle memorie, tempi di elaborazione in real-time quando occorra, ecc. Ovviamente il problema può essere risolto anche a livello organizzativo (collegamenti in serie, parallelo, cascata o commutazioni miste tempo/spazio, ecc.), ma dal punto di vista economico la soluzione migliore è quella di realizzare velocità interne di commutazione ed elaborazione compatibili sia con i traffici che con i sistemi trasmissivi in transito sulle Centrali.

2) *Elaborazione ciclica.* Si è già detto che due processi Markoviani (segnalazione ed informazione) caratterizzano la rete. Per evitare carichi costosi e tempi morti per gli indirizzi, ed anche per assicurare una maggiore affidabilità al sistema, è opportuno ricorrere ad elaborazioni cicliche a due tassi: segnalazione e informazione, anche perché, alcune funzioni più delicate (ad es. disconnessione) richiedono un sicuro e costante controllo, che può essere facilmente ed economicamente realizzato con una certa coerenza constatabile in più cicli successivi per la stessa richiesta (bibl. 3).

3) *Tipo di software.* Le necessità di programmazione per un tale sistema possono essere di due tipi: normali ed eccezionali. Mentre le prime, per la loro frequenza, è bene affrontarle con un software di tipo cablato, le seconde possono ricorrere ad un software registrato o misto o microprogrammato. La ripartizione fra queste due tecniche e l'impiego di *linguaggi orientati* a questo specifico problema è un altro dei punti che possono condizionare la fattibilità del sistema.

Infine, altro problema importante, ma non essenziale, è quello dei supporti fisici per la trasmissione. Qui esiste una larga gamma di possibilità presenti e future e la ricerca dovrà studiarle per vedere quale sia il loro impiego più efficiente per costituire la struttura fisica della rete primaria numerica. (1609)

BIBLIOGRAFIA

1. - CAPPETTI I.: *Opportunities provided by the introduction of decentralized switching stages into a large subscribers network.* « VI Congresso internazionale teletraffico », settembre 1970, Monaco di Baviera.

2. - CAPPETTI I.: *Traffic problems in a telephone network via satellite with preassigned and demand assigned circuits.* « Int. Conf. on Digital Satellite Communication », novembre 1969, IEE, Londra.

3. - CAPPETTI I., PERUCCA G.: *Vantaggi dell'organizzazione logica a divisione di tempo a cicli correlati nei riguardi della sicurezza di funzionamento in presenza di disturbi.* XIV Congresso dell'Elettronica, 1967, Roma.

4. - SCHAFFNER M. R.: *A computer modeled after an automaton.* « Proc. Symp. Computers and Automata ». MRI Symp. Vol. XXI, Polytechnic Institute di Brooklyn, Brooklyn, New York, pp. 635-650.

5. - CAPPETTI I.: *Ordine e separabilità di strutture e funzioni Booleane.* « Monogr. CSELT », Torino, 1971.

RIGENERATORE E DISTRIBUTORE DI SEGNALI PER TELESCRIVENTI

RELÈ POLARIZZATO ALLO STATO SOLIDO

G. FORNACA, G. ROSSINI (*)

SOMMARIO — Viene descritto un particolare tipo di « relè telegrafico » che si consiglia come alternativa a quello più comunemente usato e che è basato sul principio dei relè convenzionali di natura elettromagnetica. Esso è destinato a rigenerare i segnali telegrafici ed a rendere possibile l'allacciamento di più telescriventi alla stessa linea. In particolare evidenza vengono messi, oltre al principio di funzionamento del circuito che impiega solo componenti allo stato solido, anche le caratteristiche che lo differenziano dal tipo convenzionale.

SUMMARY — ***Signal reshaper-distributor for teleprinters—solid-state polarized relay.*** *This paper deals with a particular type of " electronic telegraph relay " recommended as an option to the mostly adopted relay based on the principle of the standard electromagnetic relays. It is intended for reshaping the telegraph signals and for making feasible the connections of a greater number of teleprinters to the same transmission line. Besides the operating principle of the circuit using solid-state components only, particular evidence is given to the characteristics which make this relay different from the standard one.*

1. Introduzione.

Le telescriventi un tempo adottate prevalentemente presso i Servizi telegrafici di Stato, trovano attualmente un più largo impiego grazie all'estendersi della rete di distribuzione nazionale, in tutti quei settori dove occorre trasmettere e riprodurre a distanza un'informazione stampata.

Alcuni uffici per soddisfare particolari esigenze utilizzano spesse volte più macchine stampanti per riprodurre la stessa informazione. La linea di distribuzione, che serve più telescriventi allacciate tra loro in parallelo, si trova ad essere a volte sovraccaricata al punto tale che i segnali in codice risultano affetti da deformazioni tali da non consentire agli organi di riproduzione una loro corretta interpretazione. È molto importante, quindi, che le distorsioni e alterazioni di questi segnali vengano costantemente mantenute entro determinati limiti che garantiscano una buona sicurezza di funzionamento del sistema.

Mentre le distorsioni del segnale dovute al sistema di emissione e di ricezione sono generalmente trascurabili, quelle dovute al mezzo di trasmissione (linea) sono le più difficili da contenere entro i limiti tollerati. Per ridurre questo inconveniente, che si accentua con la lunghezza della linea e con l'aumentare del carico da servire, si ricorre all'impiego dei « relè telegrafici ».

Questi dispositivi, che presentano generalmente un'impedenza d'entrata sufficientemente elevata da non costituire un carico apprezzabile per la linea, sono in grado di rigenerare i segnali aumentandone il contenuto energetico e, a differenza dei normali amplificatori, migliorandone il rapporto segnale/rumore senza peraltro alterare sensibilmente gli istanti corrispondenti alle commutazioni.

A tali relè si richiedono caratteristiche quali bassa potenza di eccitazione, elevata capacità di commutazione, assenza di scintillamento o rimbalzi fra i contatti durante l'esercizio, bassa resistenza ohmica di questi ultimi, loro inalterabilità alle corrosioni, insensibilità a vibrazioni, dimensioni e peso ridotti, ecc. I tipi normalmente usati, oltre a non soddisfare pienamente alle caratteristiche suddette, sono spesso soggetti a guasti, richiedono manutenzione continua e hanno una vita relativamente breve.

Tutti questi motivi hanno suggerito l'idea di prendere in considerazione una versione elettronica del dispositivo che ne avrebbe certamente aumentato l'affidabilità, migliorato le prestazioni ed allungato la vita utile.

(*) Per. ind. Guido Fornaca, per. ind. Gianfranco Rossini della RAI-Torino.

Dattiloscritto pervenuto il 21 agosto 1973.

2. Principio di funzionamento.

In figura 1 è riportato lo schema a blocchi del relè allo stato solido tipo 7775, studiato e realizzato presso il Laboratorio Ricerche della RAI.

La prima parte 1 costituisce il circuito di entrata dei dati che svolge principalmente la funzione di proteggere l'apparato da sovratensioni di linea; l'andamento della sua impedenza in funzione della corrente di eccitazione è quello indicato in figura 2, per cui la

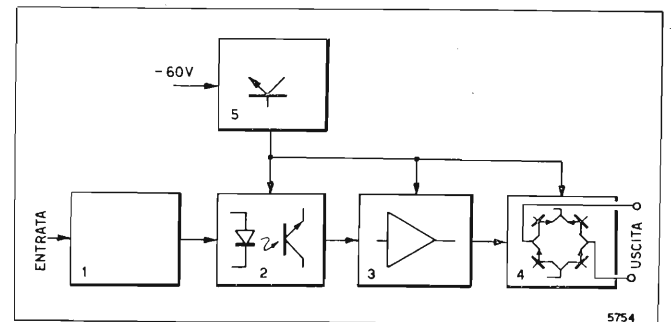



Fig. 1. — Schema a blocchi del relè polarizzato allo stato solido usato come rigeneratore e distributore di segnali per telescriventi; 1) Circuito di protezione d'entrata; 2) circuito di separazione ottica; 3) amplificatore; 4) circuito di commutazione; 5) alimentatore a corrente costante.

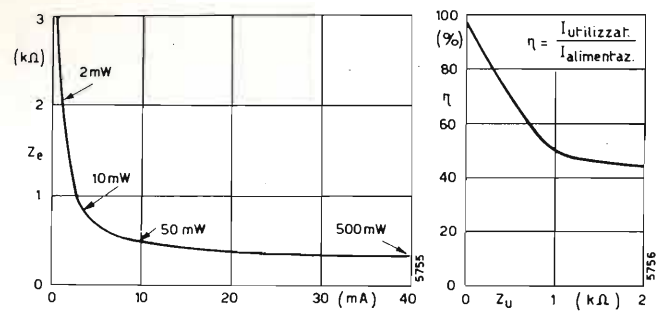



Fig. 2. — Andamento dell'impedenza di entrata Z_e al variare della corrente di entrata (eccitazione).

Fig. 3. — Andamento di η al variare dell'impedenza del carico Z_u.

Fig. 5. — Tipo di segnale esistente su una linea che alimenta una telescrivente.
Scale: ascisse 1 quadretto = 10 ms; ordinate 1 quadretto = 20 V.

potenza assorbita cresce lentamente al crescere della corrente di entrata.

La seconda parte 2 realizza una separazione elettrica tra l'entrata e l'uscita del relè per mezzo di un isolatore ottico costituito da un diodo a luminescenza che, pilotato dal segnale d'entrata, eccita un fototransistore che converte l'energia luminosa ricevuta nuovamente in segnali elettrici. I segnali così ottenuti, opportunamente amplificati dal circuito 3 vengono utilizzati per il comando del sistema di commutazione a ponte 4 sulla cui diagonale è inserito il carico utilizzatore (telescrivente).

Questi ultimi tre stadi sono alimentati tramite uno stabilizzatore 5 che provvede a mantenere la corrente costante col duplice scopo di limitarla in caso di cortocircuiti all'uscita del dispositivo e di evitare l'operazione di taratura della corrente di esercizio necessaria alla telescrivente.

La figura 3 fornisce il rapporto η fra la corrente nel carico in funzione della sua impedenza, riferita alla corrente stabilizzata dell'alimentatore.

La parte 4 dello schema a blocchi risulta particolarmente adatta al comando di relè polarizzati; trattasi infatti di un circuito commutatore in grado d'invertire velocemente la corrente attraverso un carico induttivo e mantenerla fino all'arrivo del successivo impulso.

Per meglio comprenderne il funzionamento si ritiene di dovere estendere la descrizione con riferimenti allo schema elettrico dell'intero dispositivo riportato in figura 4*a*.

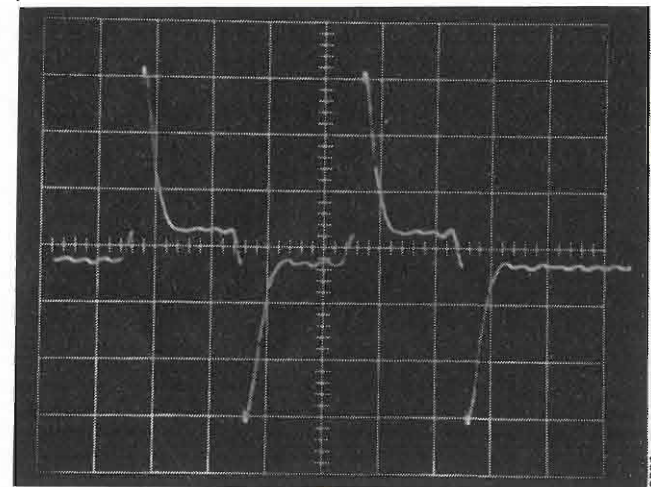
Supposto di assegnare ad A (terminale d'entrata) una polarità di segno negativo rispetto a B, il fotodiodo di T_2 si illumina e quindi si viene a stabilire la seguente condizione elettrica: T_3 conduce e causa la chiusura di T_4-T_5, l'utilizzatore è percorso da una corrente che, secondo il verso convenzionale di scorrimento, va ad interessare i rami costituiti da D_9-T_5-UTILIZZATORE-D_{11}-T_4; la differenza di potenziale ai capi di D_{11} porta T_6 all'interdizione, la saturazione di T_4 assicura che T_7 sia aperto. Questa situazione permane fintanto che all'entrata non si invertono le polarità. In tal caso il fotodiodo non è più attraversato da corrente e determina quindi l'interdizione del fototransistore, di T_3 e di T_4. La corrente attraverserà ora l'utilizzatore interessando i rami costituiti da D_8-T_6-UTILIZZATORE-D_{12}-T_7; la differenza di potenziale ai capi di D_{12} porta T_5 all'interdizione, T_7 può condurre poiché la base risulta polarizzata attraverso R_{12}-D_7-D_{13}-R_{14}. In figura 4*b* è riprodotta la piastra del circuito stampato su cui è montato l'intero relè e in figura 4*c* la spina d'innesto.

Durante la fase di commutazione, data la natura

Fig. 4. — *a*) Schema elettrico del relè polarizzato allo stato solido tipo 7775; *b*) piastra stampata vista dal lato collegamenti; *c*) morsettiera.

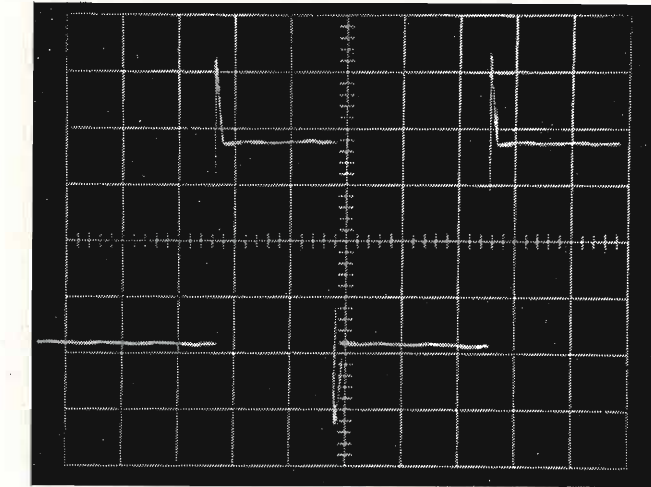



Fig. 6. — Tipo di segnale esistente su una linea che alimenta un relè del tipo di quello in esame.
Scale: ascisse 1 quadretto = 10 ms; ordinate 1 quadretto = 10 V.

Fig. 8. — Tipo di segnale presente sul relè della telescrivente quando è comandato dal ripetitore tipo 7775.
Scale: ascisse 1 quadretto = 10 ms; ordinate 1 quadretto = 50 V.

induttiva del carico, utilizzatore, si generano sovratensioni che potrebbero pregiudicare la vita dei componenti dell'intero circuito; i diodi D_7-D_8-D_9-D_{10} svolgono una funzione di protezione da queste sovratensioni.

Alcuni tipici oscillogrammi di tensione consentono di rilevare la differenza di comportamento di una normale linea telegrafica quando ad essa una telescrivente venga allacciata direttamente (fig. 5) oppure tramite un relè del tipo di quello descritto (fig. 6).

Le figure 7 e 8 infine riportano gli oscillogrammi degli impulsi di tensione rigenerati e prelevati all'uscita di un relè del tipo di quello in esame quando esso sia caricato in modo puramente resistivo (fig. 7) oppure da una comune telescrivente (fig. 8).

La figura 9 riproduce una fotografia del dispositivo.

3. Conclusioni.

A titolo di conclusione riportiamo, nella tabella che segue, le caratteristiche elettriche e le prestazioni dell'apparecchiatura descritta. Esse sono state verificate sperimentalmente, sia in Laboratorio, sia, per un lungo periodo, nelle normali condizioni di esercizio.

L'esito positivo consiglia l'impiego di questo tipo di relè telegrafico in alternativa al tipo convenzionale di natura elettromagnetica, rispetto al quale presenta, oltre alle caratteristiche di maggiore affidabilità, di vita più lunga, e di prestazioni elettriche superiori, anche quelle di maggiore compattezza e di costo minore.

(1627)

Fig. 7. — Tipo di segnale all'uscita del relè tipo 7775 ottenuto con carico resistivo di 120 ohm.
Scale: ascisse 1 quadretto = 5 ms; ordinate 1 quadretto = 5 V.

Caratteristiche elettriche

	Esercizio in corrente semplice	Esercizio in corrente doppia
Lato entrata		
Corrente eccitazione:		
minima	0,5 mA	
massima	300 mA	
Ampiezza segnale eccitazione:		
minima	2 V_{pp}	4 V_{pp}
massima	60 V_{pp}	120 V_{pp}
Impedenza entrata	300-4000 ohm (vedi fif. 2)	
Lato uscita		
Alimentazione	48-60 V_{cc} (positivo a massa)	
Corrente assorbita (1)	45 mA	
Corrente di cortocircuito	45 mA	
$\eta = I_u/I_{alim}$	vedi figura 3	
Capacità di commutazione	circa 2.000 Baud	
Temperatura di esercizio	— 20 + 60° C	
Modo d'impiego:		
entrata	corrente doppia o semplice	
uscita	corrente doppia	
Risposta ai segnali telegrafici	vedi figure 5 ÷ 8	

(1) La corrente di esercizio può essere aumentata (diminuendo il valore della resistenza R_{16} dello schema generale) fino ad un massimo di 150 mA.

Fig. 9. — Fotografia del relè polarizzato tipo 7775 visto dal lato componenti.

NOTIZIARIO

MEMORIE ASSOCIATIVE — Le memorie associative che sino ad ora hanno avuto pratica realizzazione in ben pochi casi, possono aprire nuove prospettive a una serie di applicazioni degli elaboratori elettronici le cui memorie sono costituite oggi — si potrebbe dire — da una serie di cassetti ciechi. Per trovare un'informazione, occorre sapere il « cassetto » in cui è stata messa, altrimenti occorre aprire tutti i cassetti, uno dopo l'altro, ed esaminarne il contenuto. Con le memorie associative i cassetti diventano trasparenti: basta un'occhiata — se vogliamo continuare il paragone — per scoprire in quale cassetto si trova ciò che viene cercato.

In altre parole nelle memorie associative basta indicare l'argomento che si cerca perché vengano localizzate tutte le sezioni di memoria che contengono le informazioni relative. O, per dirla in termini più rigorosi, la conoscenza parziale dell'informazione permette di localizzare le celle di memoria che contengono tale informazione o di stabilire che tale informazione non è contenuta in nessuna delle celle interrogate: e permette inoltre di conoscere l'intera informazione contenuta in quelle celle di cui si conosceva solo parte del contenuto.

Sono stati proposti in passato vari tipi di memorie associative, da realizzare con diverse tecnologie, ma tutti basati sul principio del confronto fra una serie di bit (quelli della parola da ricercare, detta anche descrittore) e tutte le parole della memoria. Il confronto avrebbe dovuto avvenire in parallelo su tutte le parole e in serie sui bit successivi componenti la parola: procedimento poco veloce se il descrittore non è cortissimo.

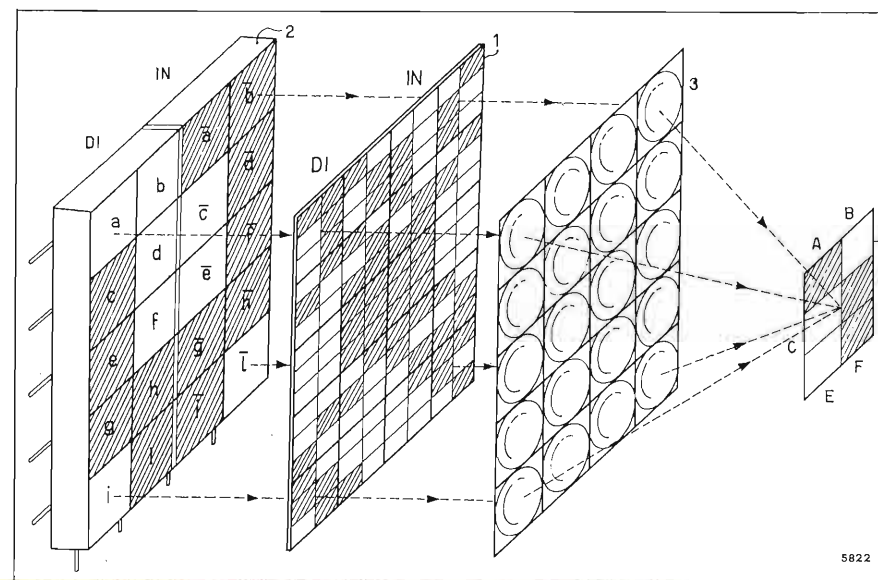
I nuovi brevetti, depositati da due ricercatori italiani (F. Filippazzi e N. Minnaja) della Honeywell Information Systems Italia di Pregnana Milanese, propongono invece — in più versioni — una memoria associativa a funzionamento ottico, caratterizzata da un'altissima densità di registrazione e da un'altissima contemporaneità (parallelismo) di accesso, ottenuto mediante raggi luminosi. Supponendo di utilizzare come supporto una lastra fotografica su cui le informazioni elementari (i bit) vengano registrate sotto forma di areole, trasparenti od opache a seconda del valore del bit, il dispositivo di interrogazione può essere costituito da una matrice di fotoemettitori che vanno a illuminare ciascuno una regione di bit della memoria (la memoria sarà infatti divisa in regioni comprendenti ciascuna tutti i bit omologhi delle varie celle di cui la memoria si compone). Accendendo i fotoemettitori corrispondenti ai bit che compongono il descrittore e raccogliendo, attraverso un dispositivo ottico del tipo a « occhio di mosca » (v. fig.), i raggi che hanno attraversato la lastra su una matrice di fotorivelatori è possibile stabilire immediatamente in quali celle della memoria si trovi la parola ricercata e ottenere, sempre istantaneamente, l'intero contenuto di tali celle. È da notare che, ad evitare ogni ambiguità, le regioni di bit esplorate dai raggi luminosi sono duplicate e, se nella regione originale sono trasparenti i bit uno e opachi gli zeri, nella regione duplicata sarà vero l'inverso onde la risposta ottenuta combinando gli impulsi contemporaneamente attraversanti le due regioni abbia sempre un significato univoco.

Facendo riferimento alla figura che rappresenta in forma schematica la memoria associativa ottica proposta, la lastra fotografica 1 è divisa in due metà coniugate DI e IN. Ogni bit è registrato in forma diretta sulla metà DI della lastra, in forma inversa nella posizione omologa dell'altra metà IN della lastra.

Nella figura è rappresentata una memoria di sei parole (A, B, C, D, E, F.) di dieci bit (a, b, c, d, e, f, g, h, i, l), in cui tutti i bit dello stesso ordine delle varie parole sono raggruppati in regioni di bit, una per ogni metà coniugata. Il dispositivo di interrogazione è costituito da una matrice di fotoemettitori 2 (v. fig.) comandati per coincidenza, anche essa suddivisa in due metà coniugate, i cui fotoemettitori corrispondono ciascuno ad una regione di bit della memoria. Un dispositivo ottico 3, del tipo detto « ad occhio di mosca », sovrappone le immagini di tutte le regioni di bit su una matrice di fotorivelatori 4, rappresentata in figura come un semplice schermo, ad ogni suddivisione del quale corrisponde un fotorivelatore che riceve l'illuminazione proveniente da tutti i bit di una determinata parola. Se per esempio, nella registrazione diretta (metà DI della lastra), l'UNO è rappresentato da un'area opaca, e lo ZERO da un'area trasparente (e il contrario vale per la metà IN), l'interrogazione si fa accendendo i fotoemettitori della metà DI che corrispondono a un UNO nella parola di interrogazione, e quelli della metà IN che corrispondono a uno ZERO. Nel caso di bit indifferenti, non si accende nessuno dei fotoemettitori coniugati. È facile vedere che, se e solo se tutti i bit determinati della parola di interrogazione coincidono con i corrispondenti bit di una parola registrata, il fotorivelatore corrispondente a tale parola non sarà illuminato; il che puó essere facilmente rivelato con noti mezzi elettronici.

In una memoria fotografica come quella sommariamente descritta possono ottenersi densità di registrazione dell'ordine di 50 mila bit per cm^2. Densità ancora superiori possono però essere raggiunte con l'impiego di tecniche olografiche. Per aumentare invece ulteriormente il parallelismo di ricerca, un altro dei brevetti depositati dai ricercatori della Honeywell Information Systems Italia prevede la sovrapposizione di più lastre, intercalate da deviatori elettro-ottici comandati elettronicamente.

Volendo infine passare da memorie a sola lettura (quali sono quelle fotografiche) a memorie ottiche a lettura e scrittura, un altro dispositivo brevettato dai ricercatori di Pregnana propone l'impiego di « bolle magnetiche » (domini magnetici del diametro di 10/20 micron ottenuti su sottili lastre di cristallo di ortoferrite) che possono essere generate, spostate, annullate con mezzi magnetici e rivelate (essendo otticamente attive se illuminate con luce polarizzata) con mezzi ottici.

Le memorie associative (tipico esempio delle quali è la memoria umana), in cui le informazioni vengono trovate per « associazione di idee » — da qui il termine « memoria associativa » — senza che sia nota la posizione delle cellule che le immagazzinano, possono avere vantaggiosissime applicazioni in tutti i problemi di ricerca automatica delle informazioni, e così ad esempio nella documentazione giuridica, nella ricerca bibliografica o brevettuale, nella diagnostica medica, nelle anagrafi dei più vari tipi. Se poi la memoria associativa è del tipo a « lettura-scrittura » ed è corredata da un numero opportuno di unità di calcolo, capaci di effettuare operazioni logiche ed aritmetiche sul contenuto delle posizioni di memoria identificate associativamente, si ha il « calcolatore associativo », che ha una applicazione tipica nel controllo del traffico aereo. (1648)

FILODIFFUSIONE — A partire dal 18 novembre u.s. i programmi trasmessi in filodiffusione sono stati notevolmente modificati.

Nel passato i programmi esclusivi della filodiffusione (cioè non trasmessi in radiofonia) venivano generati da impianti automatici di riproduzione (magnetofoni) installati presso le varie Sedi della RAI per i rispettivi territori di competenza. Ora, in seguito alla ristrutturazione dei collegamenti in ponte radio, è stato possibile per la RAI, distribuire a tutte le città servite dalla filodiffusione (con esclusione per ora di Cagliari) i programmi con partenza da Roma, i cui impianti sono stati inoltre ampliati per consentire maggiori possibilità di generazione; ora è perciò possibile disporre di programmi che coprano, senza repliche, tutto l'arco delle ore di programmazione quotidiana cioè praticamente dalle ore 8 alle ore 24. Quindi tutte le località servite, che prima erano suddivise in cinque gruppi con programmi scalati di una o più settimane, hanno ora programmi unificati.

Come è noto il segnale della filodiffusione è un segnale multiplo formato da sei frequenze portanti modulate in ampiezza dai segnali audio che costituiscono i programmi da trasmettere. I sei canali hanno ciascuno una larghezza di banda di 30 kHz ed una spaziatura libera tra i canali adiacenti di 3 kHz. Le sei portanti si trovano quindi disposte a 33 kHz una dall'altra e sono allocate tra 178 kHz (1° canale) e 343 kHz (6° canale).

Il segnale della filodiffusione viene inviato per mezzo di ponti radio alle Centrali telefoniche SIP e da queste agli utenti utilizzando la normale rete telefonica. Ciò è possibile installando, sia presso la Centrale telefonica sia presso l'utente, adatti filtri a separazione di banda: sulla parte alta della banda transita il segnale di filodiffusione mentre sulla parte bassa transitano tutti i servizi inerenti alle comunicazioni telefoniche (l'alimentazione in corrente continua e la modulazione telefonica). Si ha così un doppio uso del collegamento fisico tra utente e Centrale telefonica con due utilizzazioni completamente indipendenti in quanto operano su bande di frequenza molto diverse tanto da essere facilmente separabili per evitare qualsiasi disturbo reciproco ed assicurare l'uso contemporaneo.

I programmi trasmessi in filodiffusione sono i seguenti: i primi tre canali corrispondono ai tre programmi trasmessi in radiofonia; il 4° canale trasmette dalle ore 8 alle ore 24 musica operistica, sinfonica e da camera e dalle ore 00,06 alle ore 5,59 il « Notturno Italiano »; il 5° canale, dalle ore 8 alle ore 24, trasmette musica leggera; il 6° canale viene utilizzato per il segnale ausiliario stereofonico. Sono infatti programmate quotidianamente una trasmissione stereofonica pomeridiana per il 4° canale ed una serale per il 5° canale.

Per queste trasmissioni stereofoniche si provvede a far pervenire separatamente i due segnali A (sinistra) e B (destra) dai magnetofoni in Roma, via ponte radio, come se si trattasse dei segnali di due programmi indipendenti, fino al trasmettitore di filodiffusione (FD) di ogni località servita; in questi trasmettitori si provvede a codificare (matrici somma/differenza) i due segnali in modo che sul canale principale (4° o 5° a seconda dell'orario) venga trasmesso il segnale composto M = A + B e sul canale ausiliario (6° canale) il segnale composto S = A — B. Con questa codificazione si ottiene che gli utenti con impianto monofonico possono ricevere sui canali principali i programmi in forma « compatibile » (A + B), mentre gli utenti dotati di impianto stereofonico possono (inserendo il proprio combinatore, sia sul canale principale, sia su quello ausiliario) ottenere i due segnali di sinistra e di destra.

Da quanto precede emerge la necessità di inserire ed escludere sui canali appropriati ad orario preciso e presso ognuno dei trasmettitori FD i codificatori stereofonici. Queste operazioni vengono telecomandate da Roma inviando sul 6° canale i segnali di comando costituiti da una frequenza di 5 kHz codificata ad impulsi. Il complesso di generazione dei programmi, installato a Roma, è costituito da varie apparecchiature: magnetofoni, generatore segnali di prova per la stereofonia, trasmettitore dei telecomandi, orologio elettrico di comando.

I magnetofoni utilizzati per la riproduzione sono, come si vede nella fotografia di copertina, del tipo verticale su telaio. La dimensione delle bobine ed il tipo di nastro magnetico permettono riproduzioni della durata di due ore. L'interconnessione tra i vari magnetofoni dello stesso programma è assicurata sia da comandi forniti dall'orologio sia da comandi inseriti sul terminale del nastro del magnetofono.

Il generatore dei segnali di prova viene inserito, come pure il trasmettitore dei telecomandi, prima dell'inizio delle trasmissioni stereofoniche e contiene gli elementi necessari per la messa a punto degli impianti stereofonici di utenza.

L'orologio elettrico (del tipo a demoltiplicatore di frequenza generata da un quarzo) provvede al comando di tutte le manovre necessarie per le commutazioni, inserzioni, predisposizioni previste per il ciclo delle 16 ore quotidiane di trasmissione. (1663)

PICCOLA ECOSONDA — La Società Van Der Heem Electronics (gruppo Philips) ha dato inizio alla produzione di una nuova versione — denominata BH 103/1 — della sua piccola ecosonda. Essa è stata progettata particolarmente per le piccole profondità (fino a 100 metri); vengono misurate con grande accuratezza in special modo le profondità comprese fra 20 cm e 1 m. La lettura è notevolmente differenziata grazie all'impiego di un tubo a raggi catodici; l'ecosonda non richiede manutenzione e l'installazione è molto semplice in qualsiasi tipo di natante.

Nella nuova versione vengono usati componenti elettronici d'avanguardia, quali i circuiti integrati, e ciò, assieme al fatto di non avere parti meccaniche in movimento, garantisce una elevata affidabilità, una lunga durata, dimensioni ridotte e piccolo assorbimento delle batterie del natante.

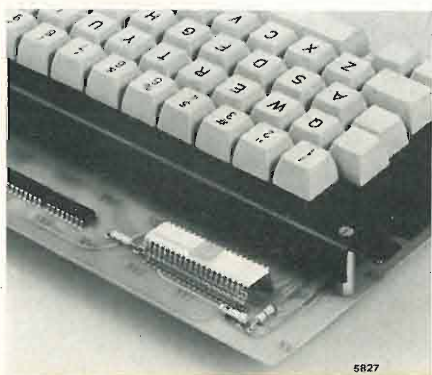
L'ecosonda è costituita da un visualizzatore, da un trasduttore e da una cassetta di derivazione.

L'unità di visualizzazione, oltre al tubo a raggi catodici con schermo antiriflettente (polaroid), contiene tutti i circuiti elettronici che vengono sintonizzati per mezzo di tre manopole poste sul pannello frontale. Due di queste manopole servono per la regolazione della luminosità e della sensibilità, mentre la terza svolge la funzione di commutatore di portata a quattro posizioni; ciascuna portata ha la durata dell'impulso e la frequenza di ripetizione degli impulsi necessari per una visualizzazione corretta. Il supporto consente di orientare il visualizzatore nella miglior posizione per rendere agevole la lettura. Il trasduttore consiste di un contenitore in ottone nel quale è collocato un elemento idrofonico piezoelettrico; esso è fissato sul fondo dello scafo.

Il trasduttore è collegato al visualizzatore tramite la scatola di derivazione e un cavo lungo normalmente 4, 5 metri ma la lunghezza del cavo può essere aumentata fino a 500 met i senza dover introdurre speciali modifiche.

Sono disponibili trasduttori speciali in grado di sopportare pressioni fino a 100 atmosfere per misure di profondità effettuate da navi per ricerche oceanografiche. (1634)

CODIFICATORE PER TASTIERE — La General Instrument Europe ha presentato un nuovo tipo di codificatore con memoria a sola lettura (ROM) per tastiere di unità periferiche e terminali di calcolatori, denominato AY-5-3600. È un circuito codificatore comprendente una memoria a sola lettura di 3600 bit nonché tutte le logiche necessarie per la codificazione di una tastiera. Le uscite « Any Key Down » e « Data Ready » del circuito sono direttamente compatibili con le logiche TTL, DTL, e MOS. Il dispositivo, realizzato con la tecnologia MTNS, integra su una piastrina monolitica di silicio le funzioni di 5000 transistori a canale P. La codificazione programmabile si realizza attraverso la semplice sostituzione di una maschera in fase di fabbricazione.

L'AY-5-3600 è disponibile in contenitore « dual in line » a 40 uscite. (1652)

DALLO SPAZIO LA RADIOGRAFIA DELLA TERRA IN POCHI MINUTI — Uno degli strumenti più straordinari messi in orbita attorno alla terra a bordo dello Skylab è un analizzatore multispettrale, chiamato famigliarmente dagli americani: « Scanner ».

Questo apparato consiste in un sistema elettronico ed ottico, progettato e costruito dal Centro Radiazioni della Honeywell di Lexington (Massachusetts). Si tratta di un analizzatore multispettrale, dotato di uno specchio di circa 61 cm di diametro e di un telescopio, il più grande finora montato su una navicella spaziale (v. fig.).

Esso misura la luce riflessa visibile ed infrarossa e l'energia termica emessa dalla superficie terrestre. Di queste radiazioni lo Skanner fornisce una registrazione composta, su nastro magnetico, proveniente da vari elementi dell'area analizzata. I dati raccolti verranno portati a terra dagli astronauti per la successiva elaborazione.

Le applicazioni di questa apparecchiatura permettono agli scienziati di esaminare una vasta porzione di superficie terrestre in un breve spazio di tempo: circa 17000 kmq in un minuto. Secondo i calcoli della NASA, l'analisi orbitale dovrebbe dimostrarsi più efficace e meno costosa dell'analisi della stessa zona fatta con tecniche di osservazione da terra con aerei.

Le applicazioni dello Skanner possono andare dalla rivelazione del plancton oceanico al grado di vitalità di un campo di grano, alla individuazione di risorse della terra, alla localizzazione di branchi di animali, alla individuazione degli sciami di insetti che infestano i boschi e le foreste, alla profondità ed al grado di limpidezza di un corso d'acqua. Lo Skanner infatti funziona in base al principio secondo cui tutte le sostanze, siano esse animali, vegetali o minerali, riflettono e emettono energia luminosa. (1646)

SISTEMA ELETTRONICO DI SCRITTURA — Editor S/14 Olivetti (v. fig.) è un sistema elettronico di scrittura volto ad affrontare in modo globale il problema dell'elaborazione dell'informazione scritta, basato sul principio della memorizzazione di un testo dattiloscritto, al quale si può poi accedere in memoria per elaborare il testo stesso, secondo le esigenze, modificandolo, combinandolo con altri testi o riproducendolo. Il sistema è composto da:

— una macchina per scrivere dotata di dispositivo per l'immissione in memoria e la ricezione dalla medesima dei caratteri dattilografici e dei segnali di servizio;

— una unità centrale di governo con memoria a MOS di 1000 caratteri;

— una memoria ad anello di nastro magnetico, contenuta in una cartuccia, della capacità di circa 250.000 caratteri, con accesso semicasuale;

— una consolle operativa a 8 nastri per comandare tutte le funzioni del sistema.

Il complesso è alloggiato in un posto di lavoro paragonabile per ingombro a quello di una normale macchina per scrivere.

Le prestazioni del sistema consentono di:

— registrare i testi dattilografici su nastro magnetico;

— modificare i testi registrati;

— stampare e impaginare i testi registrati;

— ricercare selettivamente testi memorizzati.

Editor S/14 registra i testi (battuti da tastiera) nella prima zona libera della memoria a nastro, che viene ricercata automaticamente, consentendo così una gestione ottimale dello spazio ed evitando, in particolare, il pericolo di sovraimpressioni. Il sistema provvede inoltre a contrassegnare con un codice il testo e, se richiesto, anche ogni riga del testo. Se si effettuano errori di battuta in fase di registrazione, basta ribattere sopra l'errore il carattere corretto.

Questa procedura di registrazione produce un archivio indirizzabile di testi che possono essere richiamati quando occorre. In particolare, per apportare correzioni o modifiche, basta richiamare il codice del testo e delle righe interessate e introdurre da tastiera le correzioni. Queste righe vengono così integrate nel testo, e in memoria si troverà automaticamente registrata la nuova versione. Anche durante queste operazioni è il sistema stesso che provvede a gestire lo spazio nella memoria a nastro.

Editor S/14 stampa i testi memorizzati alla velocità di circa 900 caratteri al minuto eseguendo, mediante appositi comandi, centratura di titoli, marginazione a destra, posizionamento di data e firma. Sempre in fase di stampa il sistema può collegare più testi, e consente all'operatore di effettuare variazioni e introduzioni di dati variabili nel testo, provvedendo, sempre automaticamente, al riassetto della pagina.

Le modalità di impiego del sistema sono assai semplici: l'operatore usa una normale tastiera di macchina per scrivere e una console di soli otto tasti per tutti i comandi di servizio (registrazione, ricerca, stampa, ecc.).

Editor S/14 trova applicazione, oltre che nella normale corrispondenza, dove permette una scrittura molto più veloce e con caratteristiche superiori di presentazione:

— nei lavori lunghi, dove è possibile, in caso di correzioni, intervenire solo sulla parte da modificare, senza ritoccare o ricopiare la parte di testo invariata;

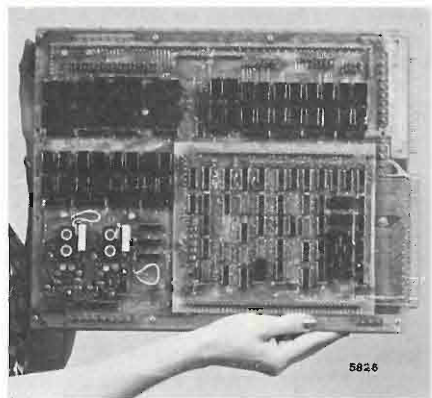
— nei lavori complessi, dove si ha una combinazione di parti di testo ripetute con inserimenti variabili come ad esempio in contratti o polizze di assicurazione;

— nelle circolari personalizzate, dove è possibile memorizzare il testo della lettera e inserire di volta in volta solo l'indirizzo. (1649)

MEMORIE A NUCLEI DI FERRITE — Nuove serie di memorie a nuclei di ferrite da 18 mil, in configurazione a tre conduttori, 3-D, assiemati ad alta densità (stretta spina di pesce) in combinazione con la tecnologia elettronica più avanzata ad alta affidabilità, sono state recentemente lanciate dalla Ampex (rappr. Ampex Italiana S.p.A. Roma).

La serie 9100 ha tempi di accesso inferiori a 400 nanosecondi e si presenta con modelli da 1024, 2048 e 4096 parole da 9 bit e con modelli da 1024 e 2048 parole fino a 18 bit ciascuna.

La serie 4000 ha un ciclo inferiore a 900 nanosecondi e un formato di parole da 40 bit con capacità fino a 16384 parole. È la più grande delle tre serie qui citate e le sue dimensioni in pollici sono 11,6 × 15 (v. fig.).

La serie 2065 usa parole da 20 bit e può essere espansa da 8192 parole a 65536 od anche a 32768 parole da 40 bit ciascuna. Il modello da 8192 parole con capacità di immagazzinare 163840 impulsi, misura 8″ × 10″ × 2,2″. (1650)

LASER PER OSSERVAZIONI SPAZIALI DA STAZIONI TERRESTRI — L'Istituto di Geodesia Applicata (IFAG) di Francoforte, nel quadro di un programma internazionale di ricerche, ha messo in funzione nella Selva Bavarese, al confine con la Cecoslovacchia, una stazione di osservazione spaziale per determinare con esattezza centimetrica l'orbita dei satelliti artificiali mediante un telemetro a laser. Queste misure permetteranno, nel corso del tempo, conoscenze più precise circa la variazione del campo gravitazionale terrestre, gli spostamenti delle calotte polari e le presumibili derive dei continenti.

La parte più importante della stazione di osservazione terrestre sorta in Baviera è costituita da un laser Siemens ad impulsi giganti della potenza di oltre 100 MW. Tale potenza, generata dal laser a rubino, non costituisce tuttavia alcun pericolo per gli aerei che potrebbero attraversare la sua traiettoria, giacché l'impulso ha ogni volta una durata di appena 20/50 nanosecondi. Sul satellite è montato un cosiddetto « specchio tripel » che riflette alla stazione di terra il raggio laser. Con un orologio atomico si può misurare la distanza tra il satellite e la stazione, nel momento in cui si esegue la misura, basandosi sul tempo che l'impulso laser impiega per fare il suo percorso di andata e ritorno nello spazio. Inoltre, per localizzare con precisione il satellite nello spazio, è necessario fotografare contemporaneamente la posizione del satellite rispetto alle costellazioni, tenendo conto del tempo siderale. Solo sommando le informazioni relative alla durata dell'impulso, al tempo terrestre ed al tempo siderale, si arriva a determinare con precisione la posizione del satellite nel momento della misura.

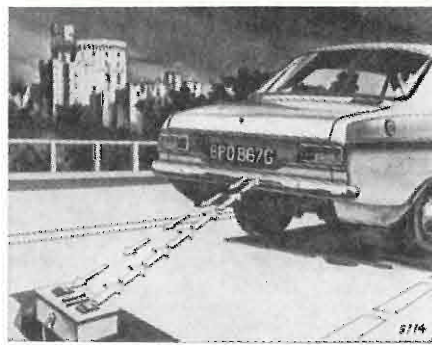
Se le condizioni sono favorevoli, ossia di notte ed in assenza di nuvole, il telemetro a laser può « sparare » da 70 ad 80 « colpi di luce » ad ogni passaggio del satellite. I dati di misura ricavati vengono prima elaborati, quindi completati con i parametri rilevati dal piano di volo settimanale del satellite e da ultimo inviati ad un centro di calcolo. L'enorme quantità di dati di misura dovrebbe consentire, nel corso degli anni, rilevamenti sul campo gravitazionale della terra, dal momento che eventuali deviazioni dei satelliti dalle orbite prestabilite sono da attribuire a variazioni del campo gravitazionale terrestre. Questi dati dovrebbero servire inoltre a chiarire maggiormente anche la deriva dei continenti e lo spostamento dei poli.

Per poter localizzare i satelliti, che percorrono la loro orbita ad una altezza compresa tra 600 e 2.000 km, il dispositivo laser è stato montato sul supporto di un vecchio pezzo di artiglieria regolabile su due assi.

Oltre ai dispositivi impiegati per ricevere e trasmettere i raggi laser — la cui parte ottica è costituita da telescopi Cassegrain — per localizzare il satellite esiste anche un dispositivo di puntamento. Nel quadro di un ampliamento della stazione terrestre è prevista la trasmissione della radioimmagine su un cinescopio mediante telecamera.

È possibile che in un prossimo futuro il telemetro a laser, con l'ausilio di un calcolatore di processo, possa seguire automaticamente la traiettoria del satellite. L'impianto dell'IFAG è stato realizzato dall'Istituto di ricerche sperimentali dell'Aeronautica e Cosmonautica della Germania Federale. (1632)

CONTROLLO DEL TRAFFICO CON IL RADAR " OCCHIO DI GATTO " — La quantità dei veicoli che transita per unità di tempo in certi punti strategicamente scelti lungo arterie di grande traffico, e la loro velocità, costituiscono i dati più importanti sui quali si basa il controllo del traffico. In condizioni di alte densità di traffico, per esempio sulle autostrade, la percezione umana è insufficiente per effettuare un buon conteggio. Mediante installazioni radar convenzionali, i dati ottenuti possono portare ad una interpretazione errata se, per esempio sulle strade a più corsie, appare più di un veicolo « nel fascio » del radar.

Il rivelatore di piccole dimensioni, progettato dai laboratori di ricerca Mullard (gruppo Philips), può essere incorporato nel manto stradale, nel mezzo di ciascuna corsia (vedere l'illustrazione). Il dispositivo è montato in una piccola cassetta metallica (15 × × 20 × 10 cm), la cui superficie superiore è allo stesso livello della superficie stradale. In tal modo i dati del traffico

di ciascuna corsia vengono registrati separatamente.

Il rilevatore a forma di cassetta contiene due coppie di antenne. Entrambe servono rispettivamente per la trasmissione e la ricezione dei segnali. Una coppia viene usata per stabilire, mediante segnali diretti verticalmente, la presenza del veicolo in transito. Non appena il veicolo è transitato, entra in azione la seconda coppia di antenne. Per mezzo di raggi diretti in modo da sfiorare la superficie stradale, viene misurata, praticamente nello stesso istante, la velocità di questo veicolo mediante l'effetto Doppler (differenza di frequenza fra segnale emesso e segnale riflesso). Il veicolo deve percorrere solamente mezzo metro circa perché la velocità venga determinata entro il 5%.

Nel prototipo con il quale sono stati effettuati i collaudi sono stati impiegati un generatore a microonde allo stato solido e componenti miniaturizzati adatti per la produzione di serie. In un sistema completo per il controllo del traffico i dati ricavati da tale radar « occhio di gatto », installato in punti strategici, verrebbero inviati ad un elaboratore centrale che analizzerebbe la situazione globale del traffico sulle autostrade e nelle città e comanderebbe, di conseguenza, i semafori, ecc. (1633)

GENERATORE DI TONO PER ORGANI ELETTRONICI — La General Instrument Europe ha annunciato la commercializzazione di un nuovo circuito MOS per organi elettronici studiato e realizzato presso il proprio Centro di Progettazione MOS di Giugliano (Napoli). Il nuovo dispositivo denominato AY-1-0212 è un generatore numerico di tono in grado di produrre da una sola frequenza di entrata, un'intera ottava di 12 frequenze su 12 terminali separati di uscita.

L'AY-1-0212 è costituito da 12 circuiti in grado di dividere la frequenza di entrata in modo da produrre una scala cromatica di 12 note. Usato in connessione con un oscillatore e con divisori di frequenza, può essere impiegato per realizzare un sistema in grado di generare tutte le frequenze richieste da un sintetizzatore elettronico di musica. Il dispositivo è disponibile in contenitore plastico « dual in line » a 16 uscite, con una gamma di frequenza da 100 Hz a 2,5 MHz.

Il circuito è protetto in entrata da diodi zener e presenta una bassa impedenza d'uscita. (1655)

RADDRIZZATORI ALTA TENSIONE PER TV — Una nuova serie di raddrizzatori al silicio, particolarmente studiati per l'alimentazione ad alta tensione nei televisori bianco e nero e a colori, è prodotta dalla General Instrument Europe a Giugliano (Napoli). I raddrizzatori di questa nuova serie, denominata GR, sono di piccole dimensioni, incapsulati in resina epossidica, offrono alta affidabilità e presentano una tensione inversa ripetitiva di picco di 14 kV.

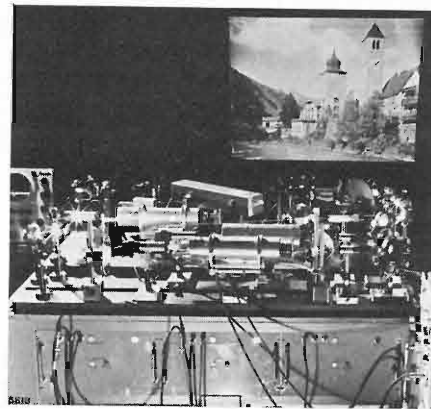
La serie GR è stata studiata per facilitare il montaggio in serie dei raddrizzatori ad alta tensione in diverse applicazioni TV (triplicatori, raddrizzatori THT, raddrizzatori per circuiti di focalizzazione ed è utilizzata per la costruzione dei 5 tipi di triplicatori per televisori a colori, attualmente disponibili presso la General Instrument (v. fig.). Ciascuno dei 5 tipi di triplicatore è realizzato in 2 versioni per rispondere alle diverse esigenze degli stadi di uscita a transistori, tiristori o circuiti ibridi.

Una versione del triplicatore è costruita con 5 condensatori e 5 diodi GR, mentre la seconda contiene un sesto diodo con una connessione esterna in opzione. Le caratteristiche tipiche di funzionamento di tali triplicatori sono: tensione di picco in entrata: 8,3 kV; tensione di uscita: 25 kV; corrente di uscita: 1,2 mA; tensione di focalizzazione: 8,3 kV; corrente di focalizzazione: 0,15 mA; temperatura: 40° C; frequenza: 15,75 kHz; impedenza a 25 kV: 1,2 Mohm. (1645)

TELEVISIONE A COLORI SU GRANDE SCHERMO — Si è già data notizia dell'apparecchiatura realizzata dalla Hitachi che consente di ottenere immagini televisive a colori su grande schermo utilizzando come sorgente luminosa tre fasci di luce laser (v. « Elettronica e Telecomunicazioni », XVIII, n. 6, 1969, p. 213).

Ora quella apparecchiatura, presentata alla Esposizione Mondiale di Osaka del 1970, è stata ulteriormente perfezionata, soprattutto allo scopo di ottenere un'immagine più nitida. Infatti le righe di scansione sono ora 1125 anziché 525 e la focalizzazione dei fasci laser (quello rosso a gas cripton, quelli verde e blu ambedue ad argon) è stata migliorata.

Sono stati inoltre perfezionati le caratteristiche degli amplificatori a larga banda, compensate le irregolarità del « raster ». Un supporto magnetico di nuova concezione dello specchio poligonale rotante a grande velocità per la scansione orizzontale ha reso possibile una notevole riduzione delle vibrazioni.

Le caratteristiche dell'apparecchiatura (v. fig.) sono le seguenti: dimensioni dello schermo 1 ÷ 3 m²; luminosità 100 lumen; numero delle righe di scansione 1125; risoluzione orizzontale 800 righe TV; risoluzione verticale 700 righe TV; contrasto 30 : 1. Laser: rosso (cripton) λ = 647,1 nm; potenza di uscita 2 W; verde (argon) λ = 514,5 nm, potenza 0,7 W; blu (argon) λ = 476,5 nm; potenza 0,9 W. Scansione orizzontale; specchio poligonale a 25 faccie, ruotante a 81000 giri al minuto; scansione verticale; specchio di un galvanometro a vibrazione; modulatore a cella elettrolitica larghezza di banda video circa 30 MHz. (1644)

FILTRO PASSA BASSO NON LINEARE — Il filtro passa basso non lineare attuato mediante il modulo illustrato in figura 1 attenua le frequenze sopra le frequenze di taglio senza introdurre ritardi di fase ne sopra ne sotto tale frequenza. Perciò esso risulta notevolmente più efficace di un filtro lineare nella eliminazione dei disturbi impulsivi. Poiché tale filtro non introduce distorsione dovuta a ritardi di fase esso risulta utile nei circuiti ove i segnali non sono sinusoidali come nei sistemi di comunicazioni numerici, in spettroscopia, ove si manifestano picchi di commutazione (campionatori, codificatori, ecc.).

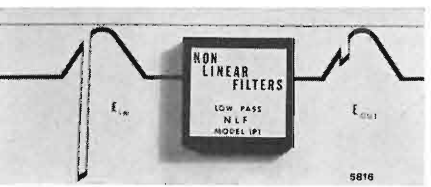



Fig. 1.

Il modulo illustrato in figura 1 (prodotto dalla « Non linear filters » di Trumbull CT.) va montato su una piastra stampata (eventualmente fornita dalla stessa ditta) secondo il circuito di figura 2. La frequenza di taglio f_c è regolabile varando le due capacità $C_1 = C_2 = C$ (uguali con tolleranza non superiore a ± 10%, meglio ± 5%) ed è data da: $f_c(\text{Hz}) = 1{,}7/C\ (\mu\text{F})$. (1642)

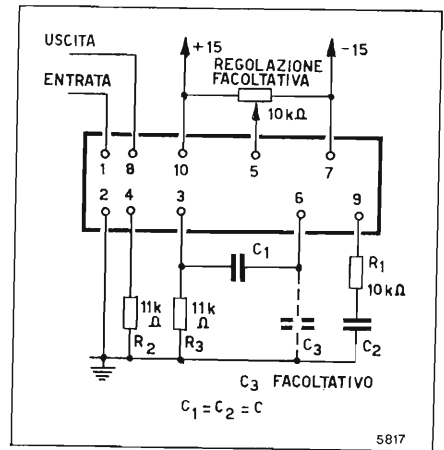



Fig. 2.

INTRODUZIONE DI 1 SECONDO NELLA SCALA TUC (IEN) — Si informa che il Bureau International de l'Heure ha comunicato che alla fine del mese di dicembre 1973 la scala TUC verrà ritardata di un secondo; pertanto la sequenza delle date dei secondi della scala di tempo TUC (IEN) sarà la seguente:

31 dicembre 1973, $23^h59^m59^s$

31 dicembre 1973, $23^h59^m60^s$

1° gennaio 1974, $00^h00^m00^s$

In pari data verrà di conseguenza modificato il codice DTU1 che fornisce una approssimazione della differenza TU1-TUC e che viene emesso dal trasmettitore campione IBF dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale. (1661)

SCARTI DEI SEGNALI DI TEMPO DELL'ISTITUTO ELETTROTECNICO NAZIONALE (IEN)

(V. n. 5, 1973, pag. 199)

LUGLIO 1973			AGOSTO 1973		
a	*b*	*c*	*a*	*b*	*c*
1		—224,6	5	+5,3	—141,7
6	+5,2	—213,1	10		—129,4
11		—201,6	15	+5,1	—116,9
16	+5,1	—190,1	20		—104,2
21		—178,3	25	+5,0	—91,3
26	+5,1	—166,4	30		—78,4
31		—154,1			

a) Giorni del mese; *b*) Scarti di tempo TUC (IEN) - TUC (BIH) in μs. *c*) Scarti di tempo TUC (IEN) - TU1 (BIH) in ms. (1662)

LIBRI E PUBBLICAZIONI

SCHAIM U. H., CROSS J. B., DODGE J. H. WALTER J. A.: **Fisica** « Zanichelli » Bologna, 1973.

Vol. 1°: VIII + 207 + 32 pagine formato cm 19 × cm 27, con 266 figure.

Prezzo lire italiane 2.200

Vol. 2°: VIII + da pag. 208 a pag. 576 + 36, formato cm 19 × cm 27, con 349 figure.

Prezzo lire italiane 4.000

La suddivisione in due volumi (1° e 2°), con la numerazione delle pagine che continua nel volume 2°, è puramente formale e destinata ai corsi biennali. L'opera è pubblicata anche suddivisa in tre volumi (A, B, C) per i corsi triennali.

Negli Stati Uniti (anno 1956) un numeroso gruppo di insigni fisici, di educatori, di docenti universitari e medi costituì un comitato denominato P.S.S.C. (Physical Science Study Commitee). Lo scopo del programma che si proponeva il comitato era duplice. In primo luogo dare una buona base per i corsi universitari ai futuri specialisti, in secondo luogo favorire una cultura scientifica adatta alla vita moderna anche a persone destinate ad altre discipline.

Il testo in oggetto è stato redatto di conseguenza con tali finalità. Inoltre si può dire che esso sia concepito in vista di dare la possibilità, agli insegnanti e agli allievi, di « fare » un po' di fisica, di organizzare cioè una serie completa e articolata di esperimenti. Si ottiene così l'eccellente risultato di educare e di formare la mente dei giovani in modo che essi sappiano apprezzare i metodi seguiti dalla fisica.

Globalmente, circa il contenuto del testo, si può dire che esso rappresenta un notevole sforzo per dare una rappresentazione unitaria e coerente delle nostre conoscenze di fisica moderna. Fin dall'inizio vengono preparate le premesse necessarie alla comprensione degli ultimi tre capitoli: « I fotoni », « Atomi e spettri », « Onde materiali ». Per ottenere questo risultato è stato necessario stabilire su solide basi la cinematica delle onde, la meccanica newtoniana, particolarmente i concetti di quantità di moto e di energia, ed infine le idee essenziali relative all'elettricità e al magnetismo.

Ne è risultata una presentazione, dell'intera disciplina, non convenzionale ma certamente assai più efficace dal punto di vista didattico. Al termine di ogni capitolo vi sono sempre due paragrafi con i titoli: « Lavori per casa, scuola e laboratorio » e « Suggerimenti per ulteriori letture ». Mentre il secondo paragrafo è in sostanza una piccola bibliografia commentata, il contenuto del primo è assai più interessante. In esso sono contenuti molti quesiti e sono proposti semplici esperimenti di laboratorio (con numerosi suggerimenti). Spesso gli esperimenti conducono al tracciamento di un grafico dal quale si deduce una legge. Si tenta cioè di infondere nel lettore un certo stile di lavoro che è proprio del fisico. L'idea alla base di ogni esperimento è ampiamente discussa ma al tempo stesso il lettore è stimolato a fare quanto più può da solo. In breve si cerca di insegnare a studiare con profitto.

Al termine di ciascuno dei due volumi vi sono alcune appendici riguardanti risposte a problemi posti nei capitoli, tabelle e tavole di utile consultazione.

Ecco l'elenco dei capitoli:

Vol. 1°: Cap. 1°: Come si comporta la luce (p. 1); Cap. 2°: Riflessioni e immagini (p. 21); Cap. 3°: Rifrazione (p. 40); Cap. 4°: Il modello corpuscolare della luce (p. 69); Cap. 5°: Introduzione alle onde (p. 84); Cap. 6°: Onde e luce (p. 100); Cap. 7°: Interferenza (p. 119); Cap. 8°: Onde luminose (p. 136); Cap. 9°: Moto lungo una traiettoria rettilinea (p. 161); Cap. 10°: I vettori (p. 187). Appendici 1, 2, 3, 4, 5, 6. Indice analitico.

Vol. 2°: Cap. 11°: La legge del moto di Newton (p. 208); Cap. 12°: Il moto sulla superficie terrestre (p. 228); Cap. 13°: La gravitazione universale e il sistema solare (p. 256); Cap. 14°: Quantità di moto e conservazione della quantità di moto (p. 281); Cap. 15°: Energia cinetica (p. 303); Cap. 16°: Energia potenziale (p. 319); Cap. 17°: Calore, moto molecolare e conservazione dell'energia (p. 343); Cap. 18: Esame qualitativo di alcuni fenomeni elettrici (p. 369); Cap. 19°: La legge di Coulomb e la carica elettrica elementare (p. 388); Cap. 20°: Energia e moto delle cariche in presenza di campi elettrici (p. 413); Cap. 21°: Circuiti elettrici (p. 431); Cap. 22°: Il campo magnetico (p. 449); Cap. 23°: Induzione elettromagnetica e onde elettromagnetiche (p. 479); Cap. 24:: L'atomo di Rutherford (p. 508); Cap. 25°: I fotoni (p. 524); Cap. 26°: Atomi e spettri (p. 543); Cap. 27°: Onde materiali (p. 560). Appendici.

V.B. (1640)

KIVER M. S., KAUFMAN M.: **Television semplified.** «Van Nostrand Reinhold Co.» New York, 1973.

Un volume di XVI + 618 pagine, formato cm 21,5 × cm 24 con 567 figure e varie tavole nel testo. Rilegato.

Si tratta un volume, oggi alla settima edizione, decisamente riuscito bene al suo livello. La trattazione è esplicativa, basata largamente su considerazioni intuitive, dotata di abbondanti descrizioni, in stile piano, e di commento degli schemi con relative forme di onda.

Il contenuto del testo è, in modo predominante, relativo al ricevitore TV in bianco-nero e a colori (tranne i quattro capitoli iniziali su argomenti generali TV e sistemi di antenne).

Le parti nuove del testo, rispetto alle edizioni precedenti, riguardano l'apporto delle nuove tecniche dei semiconduttori e dei circuiti integrati. Sono bene poste in evidenza, oltre ai ben noti generali vantaggi dei circuiti con componenti a stato solido, le autentiche innovazioni circuitali che si sono rese possibili nel senso della migliorata qualità della prestazione unita alla maggiore flessibilità di impiego pratico. Ad esempio il gruppo radio-frequenza del televisore realizzato con il diodo varactor che consente la sintonia su ogni canale VHF o UHF con semplice comando a pulsante. Particolarmente esaurienti sono le parti relative all'allineamento e alla riparazione del televisore.

Il testo è rivolto ai tecnici che desiderano arricchire le loro conoscenze ed aggiornare la loro preparazione professionale; esso è anche utile per studenti e progettisti che, a livello di primo approccio, desiderino affrontare i problemi inerenti ai circuiti dei televisori.

Ecco l'elenco dei capitoli:

Cap. 1°: Concetti fondamentali di televisione (p. 1); Cap. 2°: Fondamenti sulla scansione, sulla sincronizzazione e sul segnale video (p. 18); Cap. 3°: Telecamere TV (p. 30); Cap. 4°: Propagazione delle onde TV e sistemi di antenne (p. 49); Cap. 5°: Circuiti a larga banda ed amplificatori RF (p. 79); Cap. 6°: Gruppi RF dei televisori (p. 104); Cap. 7°: Sintonia automatica fine e controllo a distanza (p. 136); Cap. 8°: Amplificatori a media frequenza dei televisori (p. 156); Cap. 9°: Rivelatori video (p. 183); Cap. 10°: Circuiti per il controllo automatico della sensibilità (p. 192); Cap. 11°: Amplificatori video (p. 211); Cap. 12°: Progetto degli amplificatori video (p. 228); Cap. 13°: Restituzione della componente continua (p. 259); Cap. 14°: Cinescopi (p. 272); Cap. 15°: Alimentatori (p. 299); Cap. 16°: Circuiti base per la sincronizzazione (p. 310); Cap. 17:: Oscillatori per la deflessione e controllo automatico (p. 330); Cap. 18°: Circuiti per la deflessione orizzontale e per l'alta tensione (p. 381); Cap. 19°: Circuiti per la deflessione verticale (p. 422); Cap. 20°: Circuiti per il segnale audio (p. 447); Cap. 21°: Principi di TV a colori (p. 474); Cap. 22°: Circuiti per il ricevitore TV a colori (p. 493); Cap. 23° Ricevitori tipici bianco-nero e a colori (p. 528); Cap. 24°: Ricerca dei guasti nei ricevitori per televisione (p. 573). Indice alfabetico (p. 613).

V.B. (1659)

STAMPATO DALLA ILTE INDUSTRIA LIBRARIA TIPOGRAFICA EDITRICE - CORSO BRAMANTE, 20 - TORINO - 12-1973

Spedizione in abbonamento postale - gruppo IV/70

GTE TELECOMUNICAZIONI S.p.A.

20060 CASSINA DE' PECCHI (MILANO) ITALY - TEL. 95199 - TELEX 36346 - P.O. BOX 3693

SISTEMI PER PONTI RADIO UHF (400-900 MHz) e SHF (2-4-6-7-8-11-13 GHz) ALLO STATO SOLIDO PER COMUNICAZIONI TELEFONICHE (DA 6 A 2700 CANALI) E TELEVISIVE. APPARATI VHF MONOCANALI PER COLLEGAMENTI FISSI E MOBILI. APPARECCHIATURE MULTIPLEX FDM (FINO A 10800 CANALI) e PCM. SISTEMI PER TRASMISSIONE DI DATI. AMPLIFICATORI PARAMETRICI. APPARECCHIATURE PER TELECOMUNICAZIONI A MEZZO DI SATELLITI ARTIFICIALI. STRUMENTI DI MISURA SPECIALI PER TELECOMUNICAZIONI.

3 RICETRASMETTITORI CTR 144

Superate il muro dell'aritmetica!

Con tutta questa potenza in più!

Logaritmi, funzioni trigonometriche, radici, esponenziali e altre funzioni complesse. L'HP-35 mastica ben più che semplice aritmetica.
Che siate un ingegnere o uno scienziato, un accademico, uno statistico o un topografo, l'HP-35 è il calcolatore che avete sempre sognato. Guardate un po' cosa sa fare.

*Ha la potenza di 30.000 transistors.

L'HP-35 è il risultato dell'esperienza tecnica dei laboratori centrali Hewlett-Packard, in California. E la Hewlett-Packard è la maggiore produttrice di apparecchiature elettroniche di precisione - con più di 2000 strumenti, compresi computers e calcolatori programmabili.

*Completo: pronto all'uso.

L'HP-35 costa L. 200.000 + IVA 12%, completo di ricaricatore e batteria al nikel-cadmio, manuale per l'uso e custodia in pelle. Ed è garantito per un anno intero.

*Molto di più che semplice aritmetica!

Funzioni esponenziali e logaritmi: log, ln, e^x, x^y.
Funzioni trigonometriche: sin, cos, tan, arc sin, arc cos, arc tan.
Altre funzioni: $1/x$, $\sqrt{x}$, π.
Campo dinamico: 200 decadi (da 10^{-99} a 10^{99}).
Velocità di calcolo: 60-500 millisecondi.
Precisione: alla decima cifra.
Punto decimale: risultati in virgola mobile o notazione scientifica, con passaggio automatico.

*10 giorni in prova, con sconto del 5%.

Già più di 50.000 utenti soddisfatti risparmiano tempo, noie e denaro, con questa piccola meraviglia.
Per ordinarlo, ritagliate il modulo d'ordine e scegliete le modalità di pagamento che preferite. Se non ne sarete completamente soddisfatti potrete restituire entro 10 giorni l'HP-35, e sarete completamente rimborsati.

*Funziona dovunque e quando volete.

Funziona sia a batteria che collegato alla presa di corrente. L'indicatore numerico ha le cifre formate da matrici di diodi luminosi allo stato solido: dieci per il risultato, due per l'esponente, una per il segno e un'altra per il punto decimale.

*Basta annotazioni!

Risultati intermedi e costanti vengono richiamati automaticamente. L'HP-35 ha 5 registri-dati.

HEWLETT hp PACKARD

Modulo d'ordine

**Alla Hewlett-Packard Italiana S.p.A.
Via A. Vespucci, 2 - 20124 Milano - Tel. 6251.**

OU

Speditemi con pacco raccomandato l'HP-35 completo di accessori, per lire 200.000 + IVA 12% (le spese di spedizione sono a vostro carico). Se non ne sarò completamente soddisfatto vi riinvierò l'HP-35, con tutti gli accessori, entro 10 giorni; e sarò in questo caso interamente rimborsato.

Preferisco il seguente tipo di pagamento:

☐ Addebitate L. 200.000 + IVA 12% alla mia Società: un buono d'ordine ufficiale è qui accluso.

☐ Accludo a questo modulo d'ordine un assegno di L. 213.000, (IVA compresa) usufruendo così dello sconto del 5% per pagamento all'ordine.

Nome .... Incarico ....
Ditta ....
Indirizzo ....
Firma ....
Assegno N° .... Banca ....

Hewlett-Packard Italiana S.p.A. - Via Vespucci, 2 - 20124 Milano - Tel. 6251.